



Bucek s.r.o.



Vyhodnocení smogových situací v Jihomoravském kraji v lednu a únoru 2017

Zpracoval: Mgr. Jakub Bucek

Brno, červen 2017



ÚDAJE O ZAKÁZCE

Zhotovitel:

Bucek s.r.o.

zastoupen: Mgr. Jakubem Buckem, jednatelem

sídlo: Libušino údolí 497/118 Brno 623 00

IČ: 28266111

DIČ: CZ 28266111

kontaktní osoba: Mgr. Jakub Bucek, tel.: 723 495 422, e-mail: jakub.bucek@buceksro.cz

Objednatel:

Jihomoravský kraj

sídlo: Žerotínovo nám. 3, 601 82 Brno

IČ: 70888337

DIČ: CZ70888337, je plátcem DPH

vyřizuje: Ing. Tomáš Helán, tel.: 54165 2626, e-mail: HELAN.TOMAS@kr-jihomoravsky.cz

Datum předání zprávy: 27. června 2017

Počet výtisků: 1

Výtisk číslo: 1

Obsah

1	ÚVOD	5
2	SYNOPTICKÁ SITUACE A ANALÝZA VERTIKÁLNÍCH PROFILŮ ATMOSFÉRY	6
2.1	LEDEN 2017	6
2.2	ÚNOR 2017	9
2.3	VLIV LOKÁLNÍCH ROZDÍLŮ POČASÍ NA POHYB VZDUCHU	12
3	VÝVOJ SITUACE V ČR Z HLEDISKA SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC PM₁₀	15
3.1	LEDEN 2017	15
3.2	ÚNOR 2017	19
4	NOVÁ PRAVIDLA SVRS	23
5	VÝVOJ KONCENTRACÍ PM₁₀, LEDEN – BŘEZEN 2017	25
6	VĚTRNÉ A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE	32
7	ZÁVĚRY	38

1 Úvod

ČHMÚ provozuje na základě pověření MŽP Smogový varovný a regulační systém (SVRS). Informace, které jeho prostřednictvím poskytuje, slouží k upozornění na mimořádně znečištěné ovzduší (smogovou situaci) a také k regulaci (omezení) vypouštění znečišťujících látek z vybraných zdrojů významně ovlivňujících kvalitu ovzduší daného území. Mezi sledované látky patří suspendované částice frakce PM_{10} , oxid siřičitý (SO_2), oxid dusičitý (NO_2) a přízemní (troposférický) ozon (O_3). Aktuální seznam oblastí a reprezentativních stanic pro PM_{10} , SO_2 a NO_2 je stanoven Věstníkem MŽP.

Od 1. ledna 2017 došlo k novelizaci zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Tato novela upravuje podmínky pro vyhlášení a odvolávání smogových situací a regulací, resp. varování. Zásadní novinky ve vyhlášení smogových situací a regulací z důvodu vysokých koncentrací PM_{10} jsou:

- překročení informativní a regulační prahové hodnoty se hodnotí na základě 12hodinových namísto dříve používaných 24hodinových průměrů PM_{10} ;
- pro vyhlášení smogové situace/regulace pro PM_{10} postačuje jednorázové překročení informativní/regulační prahové hodnoty alespoň na polovině reprezentativních stanic. Podle dříve platných pravidel musely koncentrace překračovat informativní, resp. regulační prahovou hodnotu 2, resp. 3 po sobě jdoucí dny;
- zároveň musí v době vyhlášení platit, že během následujících 24 hodin není očekáván pokles 12hodinových koncentrací PM_{10} pod odpovídající prahovou hodnotu. Dříve požadovaná podmínka, aby byl v době vyhlášení alespoň na polovině reprezentativních stanic v posledních 6 hodinách rostoucí trend 12hodinových koncentrací PM_{10} , byla zrušena.

Výše uvedené změny umožnily větší flexibilitu ve vyhlášení smogových situací a regulací, jejichž vyhlášení je nyní v mnohem lepším souladu se skutečným vývojem koncentrací, než tomu bylo dříve.

Aktuální pravidla pro vyhlášení a odvolávání smogových situací je možné nalézt na portálu ČHMÚ (<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/smog/index.html>).

V lednu 2017 byla na území aglomerace Brno vyhlášena 1 smogová situace o délce trvání 56 hodin (20. – 22. 1. 2017), na území Jihomoravského kraje bez aglomerace Brno byla vyhlášena rovněž 1 smogová situace o délce trvání 48 hodin (20. – 22. 1. 2017).

V únoru 2017 byla na území aglomerace Brno vyhlášena 1 smogová situace o délce trvání 71 hodin (13. – 16. 2. 2017), na území Jihomoravského kraje bez aglomerace Brno byla vyhlášena rovněž 1 smogová situace o délce trvání 51 hodin (13. – 15. 2. 2017).

2 Synoptická situace a analýza vertikálních profilů atmosféry

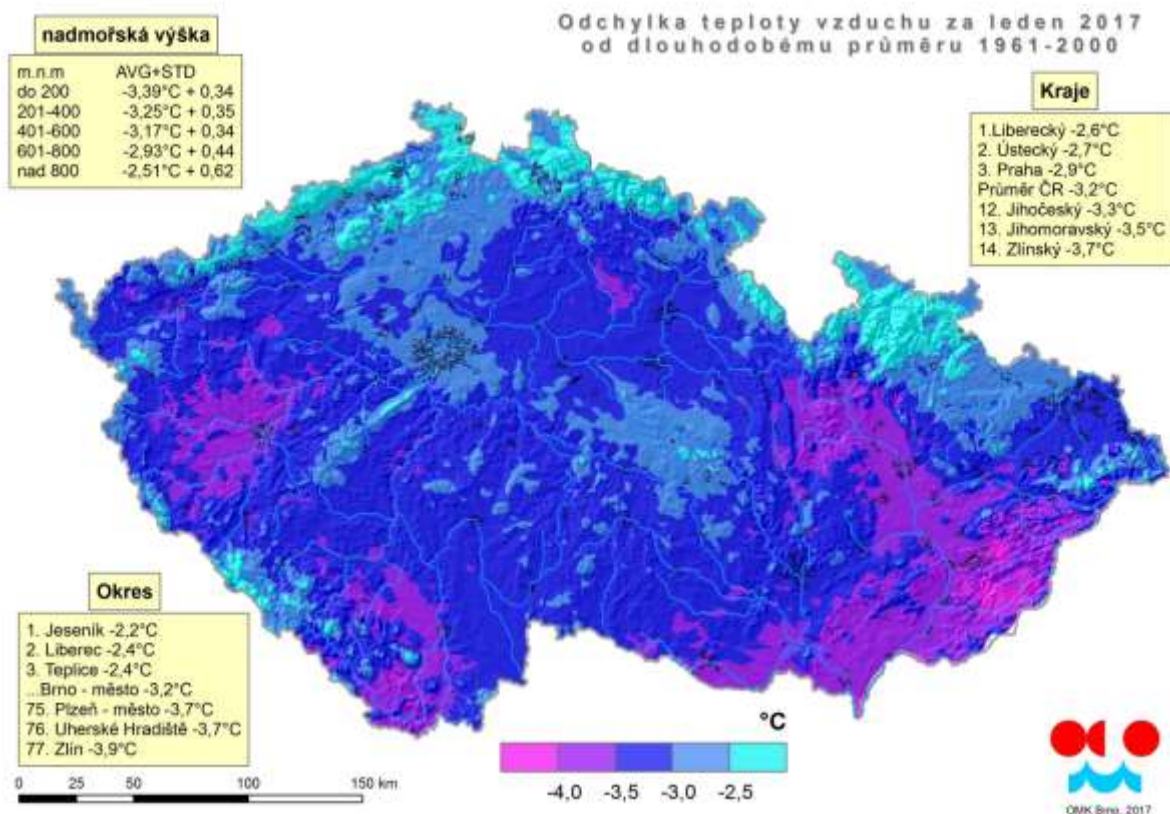
Z meteorologického pohledu byly příčinou výskytu vysokých koncentrací suspendovaných částic v lednu a únoru 2017 na jižní Moravě tři základní věci. **Přenos částic prouděním** z místa zdroje znečištění, resp. z místa jeho hromadění, **teplotní inverze**, která zabraňuje vertikální výměně vzduchu a způsobuje hromadění znečištění, a **slabý vítr nebo bezvětří** vyskytující se v tlakových výších. Poslední dva faktory dohromady určují míru rozptylu znečištění v ovzduší – rozptylové podmínky. Ke zvýšené míře znečištění ovzduší může docházet i bez první podmínky, pokud dostatečně vydatným zdrojem škodlivin jsou místní zdroje a nepříznivé rozptylové podmínky trvají dostatečně dlouhou dobu. Pro oblast jižní Moravy je ale plošně rozsáhlé znečištění ovzduší z místních zdrojů emisí výjimkou, neboť nepříznivé rozptylové podmínky v zimním jsou poměrně časté, ale četnost velmi znečištěného ovzduší je nižší. Proto právě při kombinaci všech tří uvedených podmínek byly vyhlášeny smogové situace.

2.1 Leden 2017

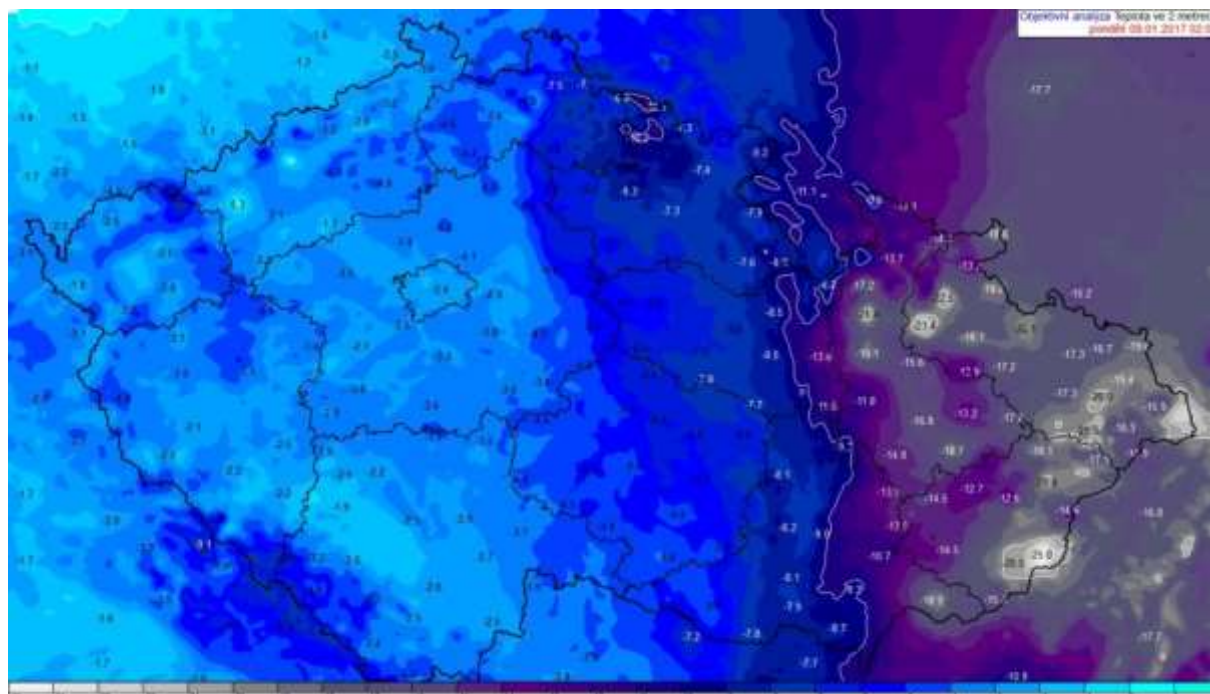
Již koncem roku 2016 panovaly zhoršené rozptylové podmínky a na stanicích SSIM byly měřeny zvýšené koncentrace suspendovaných částic PM₁₀.

V lednu 2017 panovaly velmi nízké teploty, proti dlouhodobému průměru za roky 1961 – 2000 byl v Brně leden chladnější o **3,2 °C**, v jižních a jihovýchodních částech Jihomoravského kraje mohl být rozdíl proti dlouhodobému průměru až **-4 °C** (Obr. 1).

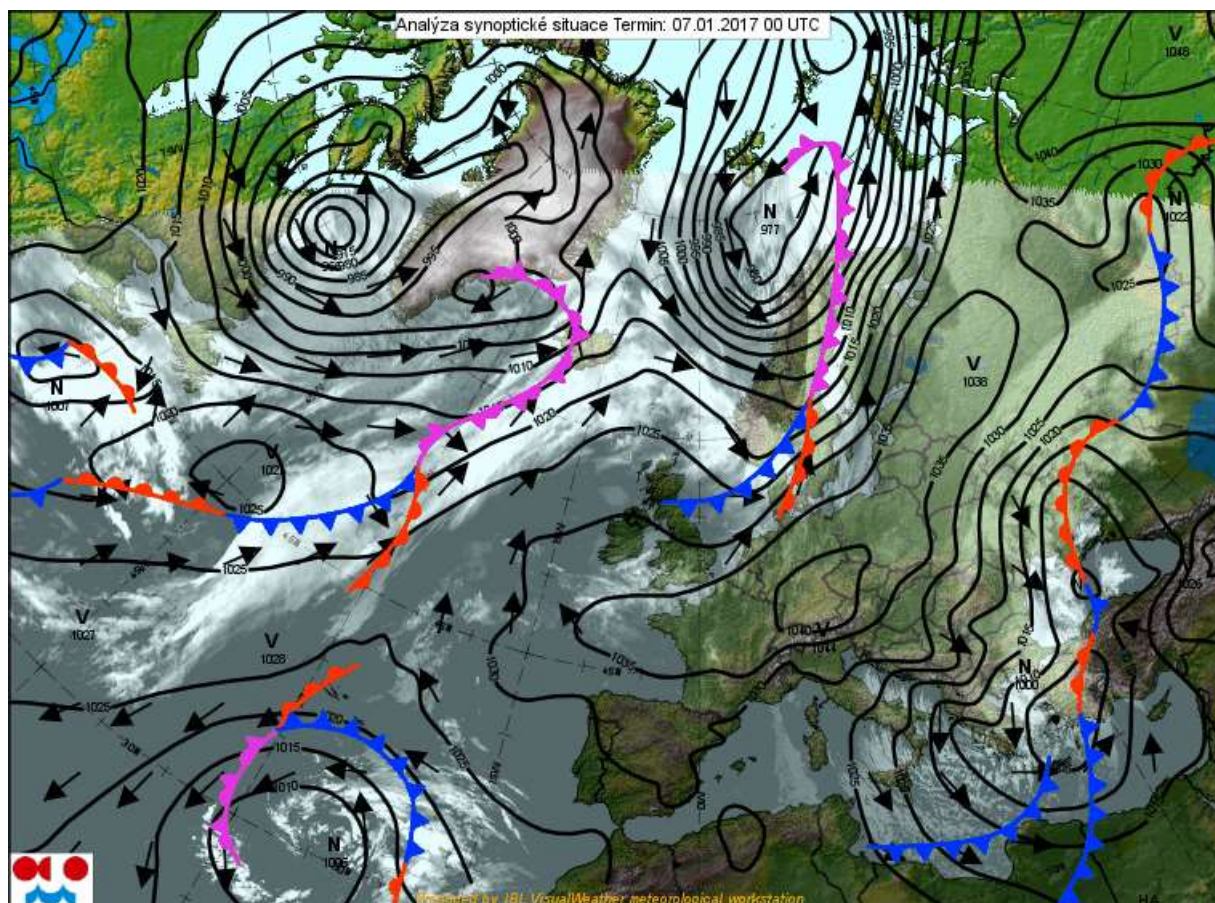
Tyto nízké teploty se v ČR vyskytovaly již zhruba od 5. 1. 2017, z Obr. 2 je patrné, že nejnižší hodnoty byly měřeny ve východní části republiky, kde mohly hodnoty v noci poklesnout až pod -20 °C. Důvodem byla tlaková níže, která postupovala z Pobaltí nad Rusko. Kolem této níže k nám zesiloval příliv studeného, původem arktického vzduchu od severu. Synoptickou situaci zobrazuje následující Obr. 3 ze 7. 1. 2017, kdy tato situace gradovala a v některých regionech již byla vyhlášena smogová situace z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀ (Agglomerace O/K/F-M a Třinecko). V dalších dnech nedocházelo ke zlepšení situace, postupně byla vyhlášena smogová situace i v dalších krajích, např. i ve Zlínském kraji (9. 1. 2017). V aglomeraci Brno i v Jihomoravském kraji docházelo ke zvyšování koncentrací suspendovaných částic PM₁₀, k vyhlášení smogové situace však nedošlo.



Obr. 1 – Odchyłka teploty vzduchu v lednu 2017 od dlouhodobého průměru 1961 – 2000



Obr. 2 – Noční teploty v ČR, 5. 1. 2017



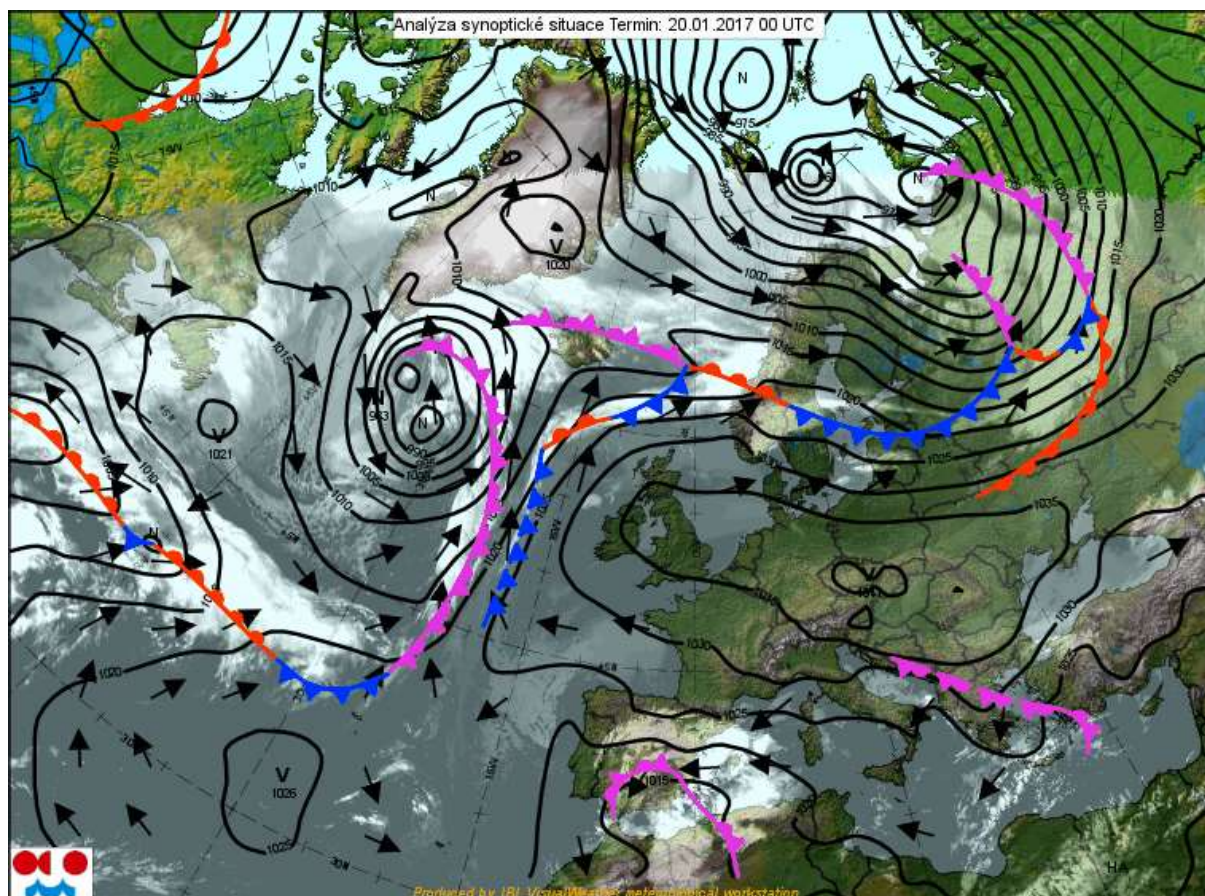
Obr. 3 - Synoptická situace nad Evropou, 7. 1. 2017

V následujících dnech (11. – 14. 1.) ovlivňovala počasí u nás tlaková výše nad východní Evropou. Později postupovala přes střední Evropu k jihovýchodu okluzní fronta, za níž k nám proudil vlhký vzduch od severozápadu až západu. To přineslo zlepšení situace a pokles koncentrací PM_{10} .

Hluboká tlaková níže a s ní spojený frontální systém postupovaly od 13. 1. ze západní do střední Evropy a pak dále k severovýchodu. Kolem rozsáhlé oblasti nízkého tlaku nad Skandinávií k nám od 14. 1. proudil chladný a vlhký vzduch od severozápadu až severu.

Následně se od 17. 1. tlaková výše nad severozápadní Evropou rozšiřovala nad Evropu střední a východní. Po její přední straně k nám proudil studený pevninský vzduch od severovýchodu. Později zasahovala mohutná tlaková výše území Evropy od Britských ostrovů až na Balkán, a ovlivňovala tak počasí i u nás, a to velmi dlouho – až do 23. ledna. Minimální teploty v den vyhlášení smogové situace (20. 1. 2017) dosahovaly na jižní Moravě hodnot -15 až -20 °C, maximální teploty nepřesáhly 0 °C, pohybovaly se v rozmezí -6 až -1 °C. Synoptickou situaci z 20. 1. zobrazuje Obr. 4.

Dne 24. 1. se nad západní Evropou se vytvořila další tlaková výše, která postupovala do střední Evropy. Tlaková výše se zvolna přesouvala ze střední Evropy k východu. Po zadní straně tlakové výše se středem nad jihovýchodní Evropou k nám proudil ve vyšších vrstvách atmosféry teplý vzduch od jihu, který přinesl zlepšení situace z hlediska vysokých koncentrací PM_{10} . Avšak inverzní charakter počasí nadále přetrvával a koncentrace nepoklesly úplně.



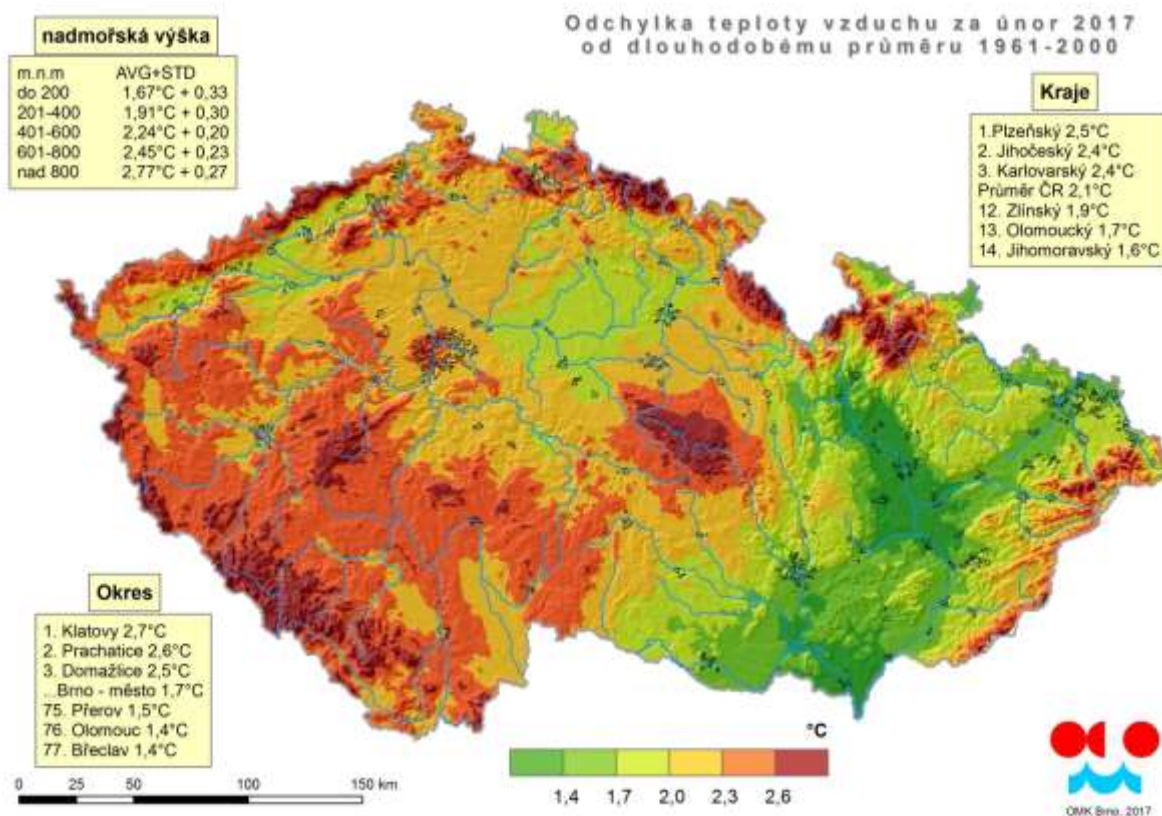
Obr. 4 – Synoptická situace nad Evropou, 20. 1. 2017

2.2 Únor 2017

Únor na rozdíl od ledna 2017 nebyl zdaleka tak chladný. Odchylka od dlouhodobého průměru 1961 – 2000 byla tentokrát pozitivní – únor byl v Brně o 1,7 °C teplejší, než je dlouhodobý průměr, podobně na tom byl i zbytek Jihomoravského kraje.

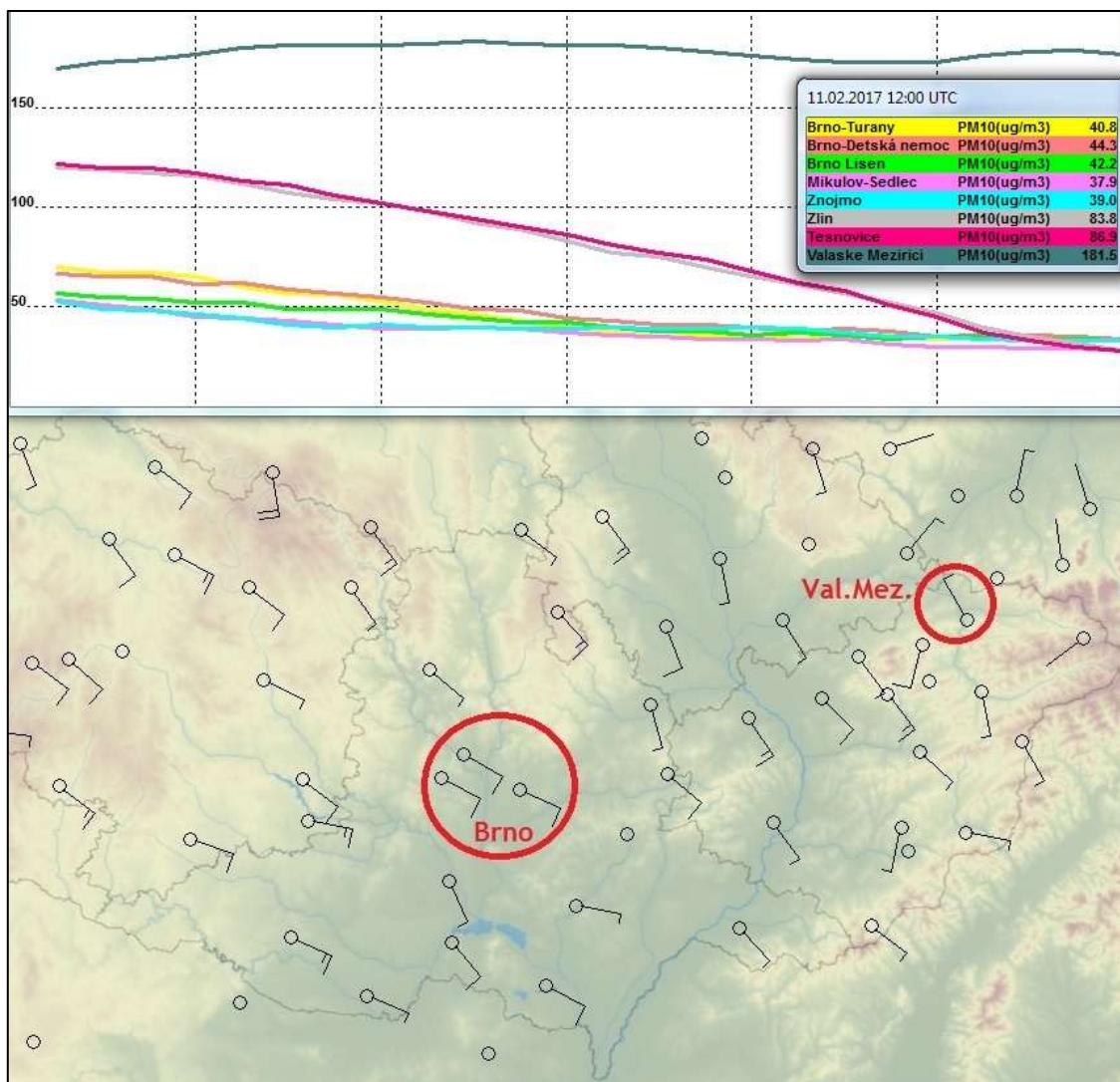
Popis povětrnostních podmínek, které vedly k významnému znečištění ovzduší na území jižní Moravy, je třeba začít již 6. 2. 2017 na základě rozboru synoptické situace a měření z balónových sondáží. Vybrané důležité výstupy sondážního měření z Prostějova jsou zobrazeny níže. Na vysvětlení, které jevy v grafech následujících obrázků sledovat: **teplotní inverze** je v troposféře opačný vývoj teploty vzduchu se stoupající nadmořskou výškou, tzn., pokud červená křivka s postupem vzhůru směřuje doprava (Obr. 7). Tím je zpomalen nebo zastaven přirozený vzestup vzduchu. Čím větší a rychlejší odchylka vpravo, tím silnější inverze. **Směr a rychlost větru** jsou číselně zobrazeny na pravé straně grafu ve formátu SMĚR/RYCHLOST (v jednotkách úhlových stupňů a m/s) v různých vybraných výškách.

6. 2. 2017 se objevují první sondážní měření se severovýchodním nebo východním prouděním v přízemních hladinách. Je to první den stálějšího postavení tlakových útvarů. Tlakové níže nad jižní Evropou a tlakové výše nad severní Evropou. Po okraji těchto útvarů do České republiky natéká v přízemní vrstvě studený kontinentální vzduch a postupně se začínají tvořit výškové teplotní inverze. Jak získává převahu postavení tlakové výše, zeslabuje při zemi vítr a inverzní vrstvy ve vysokém tlaku sesedají do nižších hladin. Až do 10. 2. tak zvolna rostou koncentrace suspendovaných částic.



Obr. 5 – Odchylna teploty vzduchu za únor 2017 od dlouhodobého průměru 1961 – 2000

10. – 12. února zčásti ovlivňuje počasí na Moravě výšková tlaková níže nad západní Evropou (při zemi brázda nižšího tlaku vzduchu). Nasávání vzduchu od východu tím sice pokračuje, ale díky orografii střední Evropy se na **jižní a jihovýchodní Moravu dostává vzduch od jihovýchodu. Navíc zrychlený obtékáním Alp přes Vídeňskou pánev.** Kdežto na sever Moravy vzduch obtéká Vysoké Tatry přes Polsko. Tím vznikají veliké rozdíly jak v rozptylových podmínkách, tak ve výměně vzduchu i v přenosu znečištění mezi úvaly jižní a střední Moravy a Moravskoslezskou branou, kterou zatéká vzduch například i do Valašského Meziříčí. Stanice SSIM ve Valašském Meziříčí během 12. 2. měřila až 6krát vyšší hodnoty koncentrací PM₁₀ proti ostatním sledovaným stanicím v Jihomoravském a Zlínském kraji. Rozdílný vývoj povětrnostních podmínek v čase lze vysledovat i na poledních sondážních výstupech 11. a 12. 2. v Prostějově, kde je výškový profil od země až od 1 km výšky labilní (opak inverzního) spolu s mírným jihovýchodním větrem. Na Obr. 6 je znázorněna ukázka proudění na stanicích ČHMÚ v zámjovém území 11. 2. v 13:00 SEČ a průběh 24h průměrných koncentrací PM₁₀ stanic SSIM během 11. a 12. 2.



Obr. 6 - Směr a rychlost větru na stanicích ČHMÚ 11. 2. 2017 v 13 SEČ a průběh 24h průměrů koncentrací PM₁₀ na vybraných stanicích ČHMÚ během 11. 2. 2017.

13. 2. přebírá dominanci opět tlaková výše se středem nad Baltským mořem, později nad Polskem, velmi slabé proudění vzduchu se tak obrací na severovýchodní. 14. 2. se do středu anticyklony dostává i naše území a tím se Morava ocitá téměř na 3 dny takřka v bezvětří.

Podle vertikálního profilu atmosféry ze sondáže v Prostějově (Obr. 7) během těchto tří dnů zesilují přízemní noční inverze, přes den se přechodně jen velmi málo zvyšuje spodní hranice inverze a hlavně **po celou dobu převažuje ve zbytku vertikálního profilu až do výše 12 km V až SV proudění.**

Během 15. února se hodinové koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ v celém Jihomoravském kraji již pohybovaly většinou pod hranicí 100 µg·m⁻³, pravděpodobně díky dynamice výše popsaných vertikálních pohybů vzduchu. Teplota vzduchu ve 2 m dosáhla na jižní Moravě během dne i 10 °C, což opět výrazně měnilo místní spodní hranici inverze, přesto že advekce teplého vzduchu nad naše území ještě zesílila. Tyto poklesy koncentrací škodlivin vedly k odvolání smogových situací v Jihomoravském kraji a následně i v Aglomeraci Brno. Očekávaný přechodný vzestup koncentrací během 16. 2., tedy ještě před příchodem

studené fronty, měl krátkodobý charakter a nevedl by k samostatnému vyhlášení smogové situace. Kolísání hodinových koncentrací škodlivin okolo hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ během následujících dnů bylo způsobeno zlepšením rozptylových podmínek. A to jak zeslabením a ústupem hřebenu vysokého tlaku vzduchu, tak rozrušením silných inverzních vrstev, změnou proudění ve výškách na západní až severozápadní, a vymýváním částic z ovzduší kapalnými srážkami. Důsledkem pak byl pozvolný pokles 24hodinových koncentrací.

2.3 Vliv lokálních rozdílů počasí na pohyb vzduchu

V okolí Prostějova a ve Vyškovské bráně se udržuje vysoká relativní vlhkost a přítomná je nízká oblačnost nebo mlhy. Proto jsou i v pravé poledne na střední Moravě teploty vzduchu záporné (Ivanovice na Hané 14. 2. jen $-4,8 \text{ }^\circ\text{C}$). Ve slabém větru východních směrů, se tyto podmínky projevují i v Brně Tuřanech, které jsou na opačném konci ústí Vyškovské brány. I zde je vzestup teplot vzduchu i přes slunečné počasí mnohem pomalejší. Větší část jižní Moravy má v pravé poledne 14. 2. teploty vzduchu vyšší o 5 až $8 \text{ }^\circ\text{C}$ proti Ivanovicím n. H. ve Vyškovské bráně (15. 2. o 3 až $6 \text{ }^\circ\text{C}$ vyšší).

Tento fakt je velmi podstatný pro identifikování rozdílu od vertikálního profilu přízemní vrstvy atmosféry zjištěného v Prostějově. Podle podrobného výpisu parametrů sondáže je spodní vrstva inverze ve výšce cca 300 m n. m. Od této výšky teplota vzduchu téměř nepřetržitě stoupá až do 850 m n. m. Naproti tomu teplota vzduchu v Brně Žabovřeskách v pravé poledne byla $4,2 \text{ }^\circ\text{C}$, v Troubsku $3,9 \text{ }^\circ\text{C}$, i na jiných místech po Brně z jiných datových zdrojů se teplota vzduchu pohybovala kolem $4 \text{ }^\circ\text{C}$ (kromě jižní a jihovýchodní části Brna). Tento fakt je důležitý pro „konstrukci“ lokálního vertikálního profilu přízemní vrstvy atmosféry podle fyzikálních zákonitostí. Vzhledem k relativně suchému vzduchu (na příkladu stanice Brno Žabovřesky relativní vlhkost 52 %, teplota vzduchu $4,2 \text{ }^\circ\text{C}$) se bude v labilní přízemní vrstvě vzduch s výškou ochlazovat podle teplotního gradientu suchoadiabatického procesu, tj. $1 \text{ }^\circ\text{C}$ na 100 m. Podobnost vertikálnímu profilu v Prostějově bude tím větší, čím výše se budeme pohybovat. Hledáme průsečík teploty vzduchu nově konstruované křivky s křivkou teploty vzduchu ze sondážního měření. Protože teplotní gradient bývá v prvních metrech u povrchu vyšší než suchoadiabatický (tzv. superlabilní zvrstvení), můžeme odhadovat spodní hranici inverze níže. Podle podobné situace při slunečném počasí 16. 2. i v Prostějově zvolen gradient $1 \text{ }^\circ\text{C}$ na 50 m výšky pro prvních 50 metrů. Podobný princip aplikujeme na stanici Troubsko a Tuřany (14. 2. 13 h OČ):

Žabovřesky: (m n. m./ $^\circ\text{C}$): 238/4,2; 288/3,2; 388/2,2; 488/1,2; 558/0,5

Troubsko (m n. m./ $^\circ\text{C}$): 280/3,9; 330/2,9; 430/1,9; 530/0,9; 560/0,6

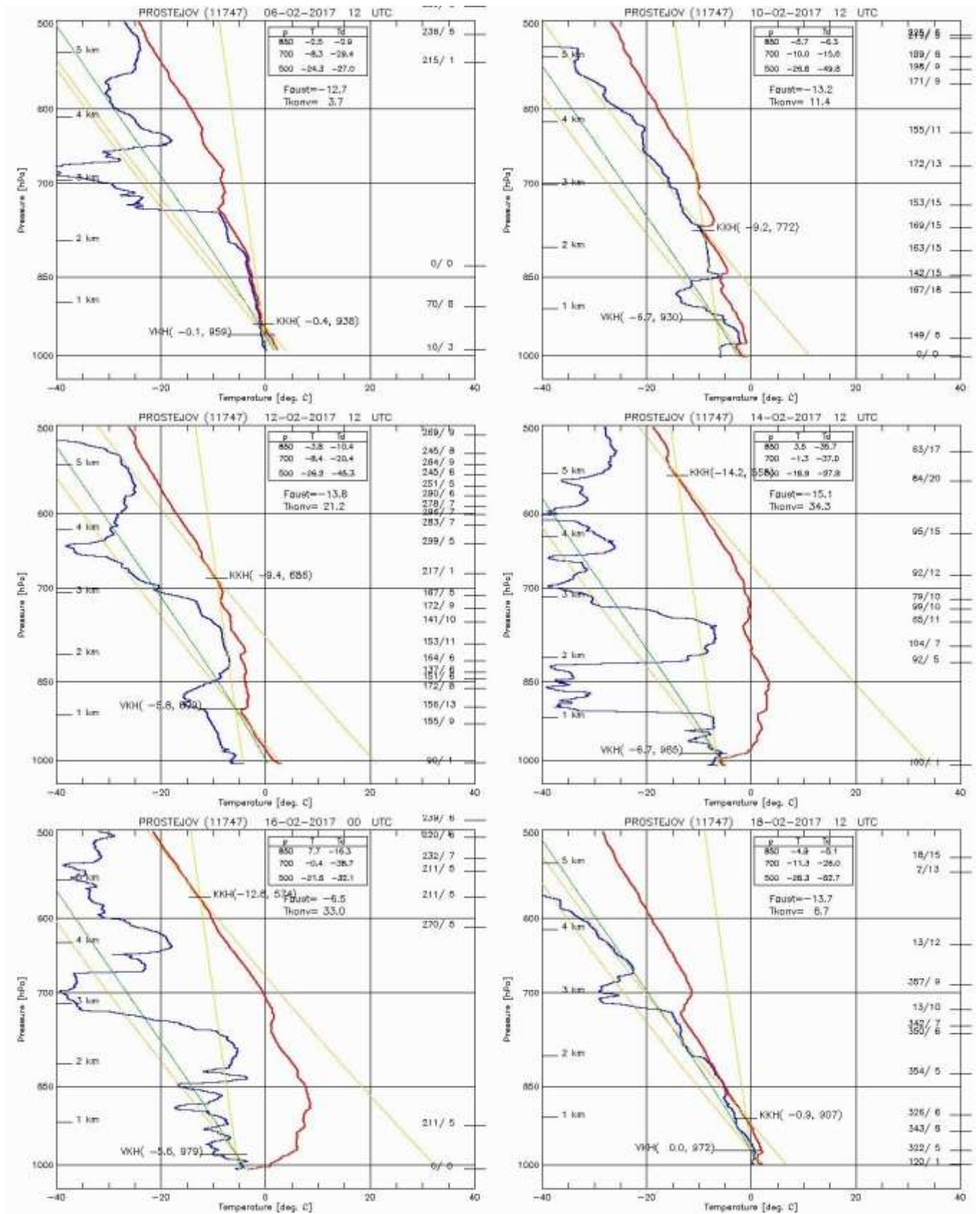
Tuřany (m n. m./ $^\circ\text{C}$): 243/0,4; 293/-0,6; 393/-1,6; 403/-1,7

Z uvedených výpočtů je patrné, že díky zatékání studeného vzduchu od severovýchodu Vyškovskou branou a různému prohřívání přízemní vrstvy atmosféry, se významně liší výška spodní hranice inverze i v rámci Brna. Podobné lokální rozdíly ve zvrstvení přízemní části atmosféry mezi střední Moravou a Brnem se jak v noci, tak přes den udržely až do 16. 2. Významný rozdíl se projevovat také v koncentracích suspendovaných částic, které například v Přerově (dále v SV směru) byly cca dvakrát vyšší než v Brně.

Samovolné stoupání vzduchu v labilním zvrstvení atmosféry může různou intenzitou způsobovat vertikální pohyb škodlivin v ovzduší. Naopak při poklesu večerních a nočních

teplot, kdy se zpátky snižuje spodní hranice inverze, by škodliviny měly sesedat společně s ovzduším směrem k povrchu. Tento vertikální pohyb je čistě teoretický, narušit jej může horizontální proudění, pokud uvažujeme bodový průběh koncentrací, a navíc bude probíhat selektivně podle vyrovnávání vztlaku a gravitace různě těžkých částic.

Vertikální pohyb škodlivin do vyšších vrstev troposféry při labilním zvrstvení pak určuje, jaké množství látek bude přeneseno a na jakou vzdálenost. Na příkladu vertikálních profilů z Prostějova 6. a 7. února lze pozorovat severovýchodní až severní proudění o rychlostech 5-8 m/s v různých vrstvách až do výšky 2 km. A již zmíněné východní až severovýchodní proudění od 13. do 16. února. Toto horizontální proudění zřejmě bylo klíčovým pro následné sesedání znečištěného vzduchu při vývoji, resp. pokračování inverzního zvrstvení. Protože měření kvality ovzduší probíhá v dýchací zóně člověka (2 – 4,5 m nad terénem), nelze zde uvažovat jinak než pouze s podporou fyziky atmosféry.



Obr. 7 - Vybrané vertikální profily spodní části atmosféry ze sondážních měření v Prostějově, 6. – 18. 2. 2017.

3 Vývoj situace v ČR z hlediska suspendovaných částic PM₁₀

3.1 Leden 2017

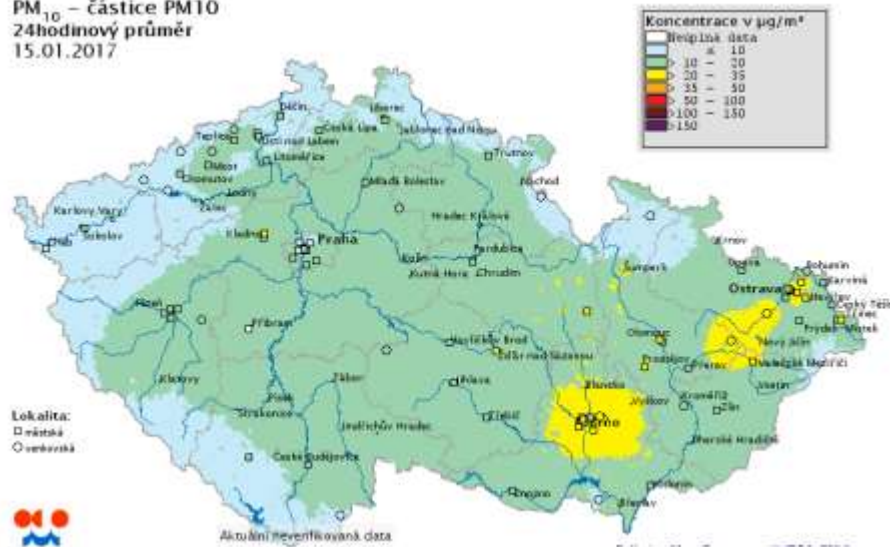
V lednu 2017 bylo v ČR vyhlášeno celkem **20 smogových situací a 12 regulací** z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀.

První smogové situace roku 2017 byly vyhlášeny v sobotu 7. 1. v brzkých ranních hodinách v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka a na Třinecku. Druhý den následovalo vyhlášení smogové situace v Zóně Moravskoslezsko, regulace v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka a ve večerních hodinách i na Třinecku. V pondělí 9. 1. byla smogová situace a následně i regulace vyhlášena ve Zlínském kraji. Všechny signály byly odhlášeny po přechodu okluzní fronty ve středu 11. 1.

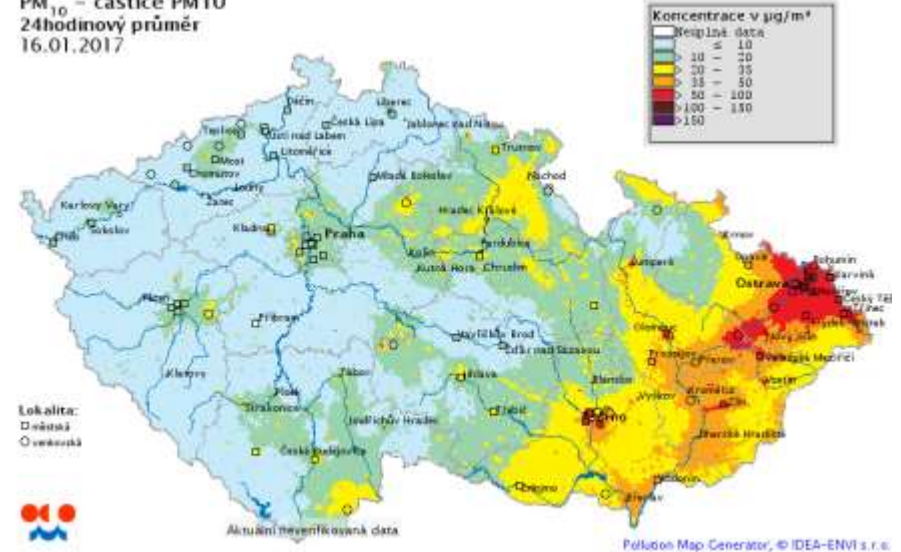
Třetí lednovou dekádu charakterizovala mohutná tlaková výše nad Evropou a s ní spojený inverzní ráz počasí, který ovlivnil celou Českou republiku. Ve čtvrtek 19. 1. byly vyhlášeny smogové situace z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀ v 6 oblastech SVRS. Během odpoledne to bylo v zóně Střední Čechy a v Královéhradeckém a Pardubickém kraji, ve večerních hodinách pak na Třinecku, v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka, v Olomouckém kraji a v aglomeraci Praha. V pátek 20. 1. byla krátce po půlnoci vyhlášena smogová situace v Ústeckém kraji, **v aglomeraci Brno**, ve Zlínském kraji a v zóně Moravskoslezsko, v brzkých ranních hodinách pak následoval Plzeňský kraj a kolem poledne **Jihomoravský kraj bez aglomerace Brno**. Současně byly vyhlášeny regulace v Královéhradeckém a Pardubickém kraji, na Třinecku (ta byla po 20 hodinách odvolána) a v Olomouckém kraji. V sobotu 21. 1. byla vyhlášena jedna smogová situace (Jihočeský kraj) a dvě regulace (zóna Střední Čechy a aglomerace Praha). V neděli 22. 1. pak byla odvolána regulace pro Královéhradecký a Pardubický kraj a také smogová situace pro Třinecko a **Jihomoravský kraj bez aglomerace Brno**. V pondělí 23. 1. byly odvolány regulace pro aglomeraci Praha a smogové situace pro Zlínský kraj, **aglomeraci Brno** a zónu Moravskoslezsko, ale současně byla vyhlášena regulace pro Plzeňský kraj. Úterý 24. 1. došlo k odvolání regulace i smogové situace v zóně Střední Čechy, regulace v Olomouckém a Plzeňském kraji a smogové situace v aglomeraci Praha a v Jihočeském kraji. Opět však byla vyhlášena smogová situace pro Zlínský kraj. Středa 25. ledna přinesla další zvýšení koncentrací na severní Moravě, kde byla opětovně vyhlášena smogová situace pro Třinecko a současně regulace pro Aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka. Naopak v Plzeňském kraji byla smogová situace odhlášena. Situace se nezlepšila ani ve čtvrtek 26. 1., kdy došlo k vyhlášení regulace pro Třinecko a k opětovnému vyhlášení smogové situace v zóně Moravskoslezsko. Situace se částečně uklidnila v pátek 27. 1., kdy byly odhlášeny všechny signály SVRS s výjimkou Aglomerace O/K/F-M, která byla v platnosti až do 3. 2.

Vývoj situace dokumentují pole 24hodinových koncentrací PM₁₀ na Obr. 8 - Obr. 10.

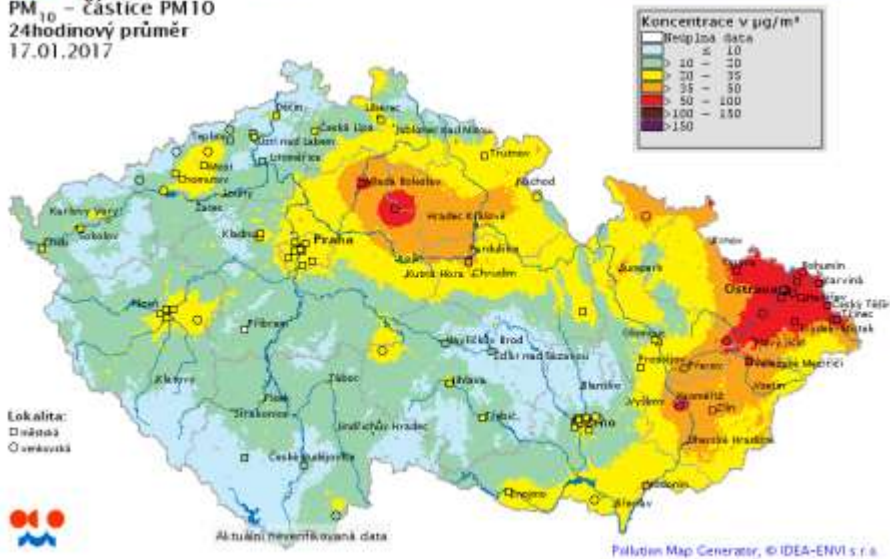
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
15.01.2017



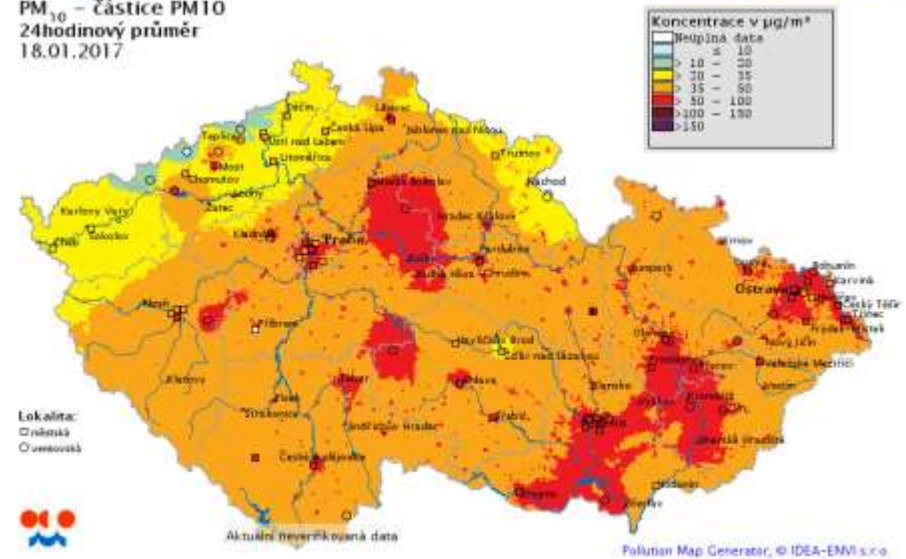
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
16.01.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
17.01.2017

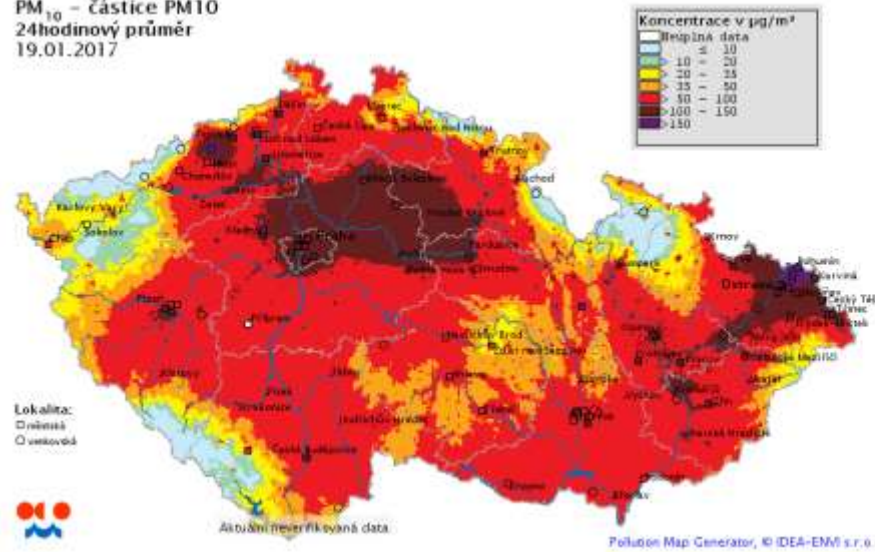


PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
18.01.2017

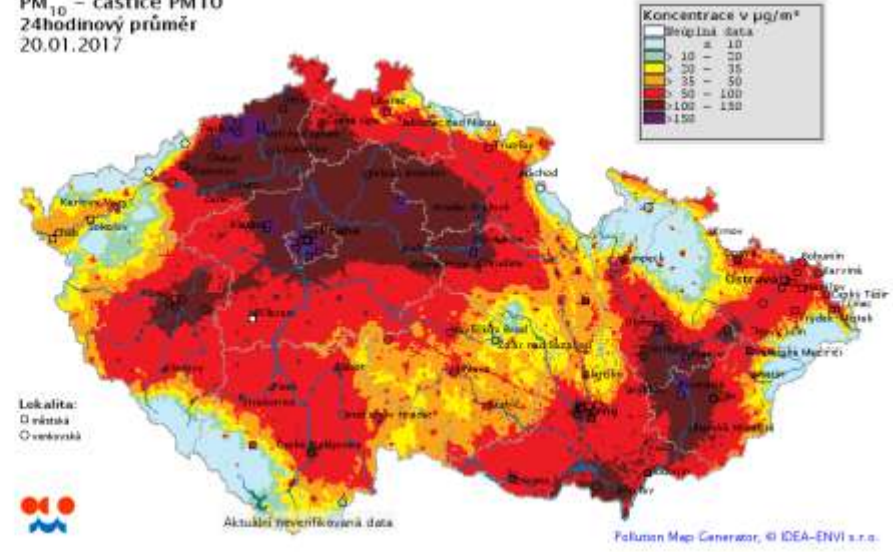


Obr. 8 - Pole průměrných 24hodinových koncentrací PM₁₀ na území ČR, 15. – 18. 2 2017, neverifikovaná data

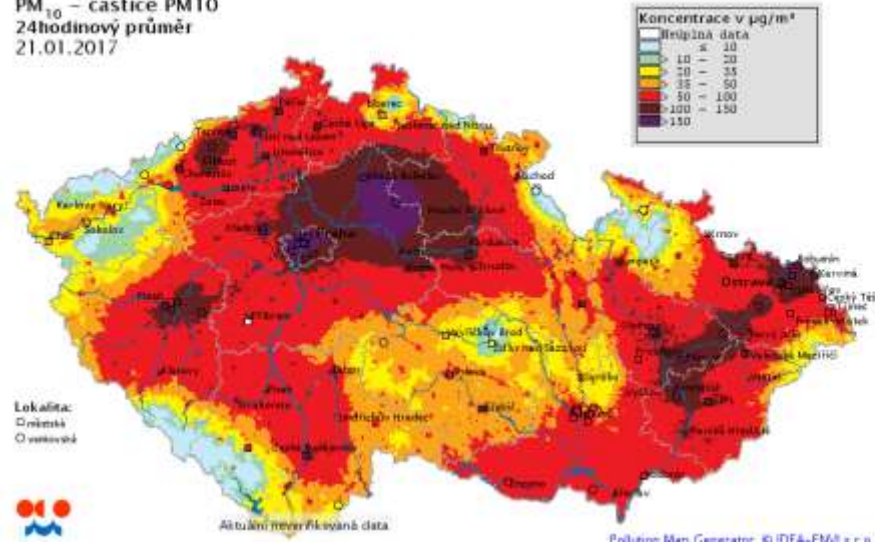
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
19.01.2017



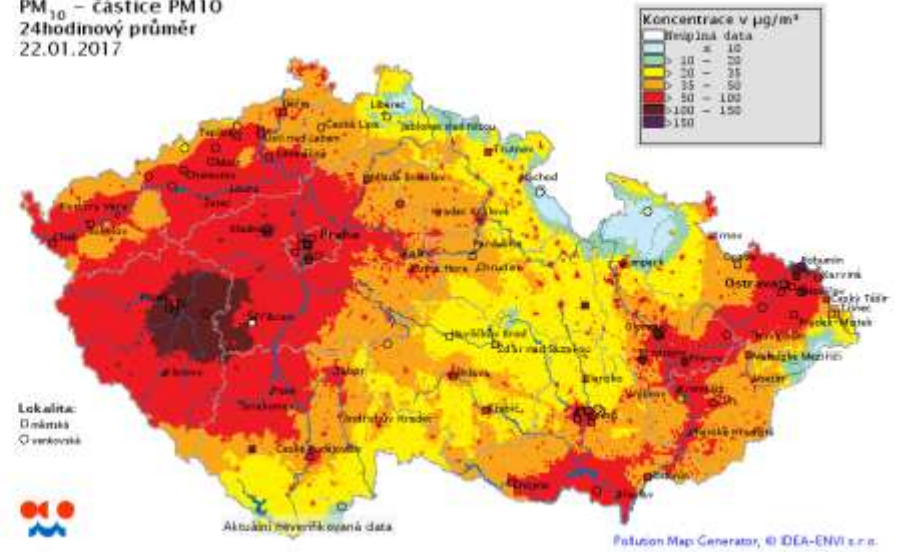
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
20.01.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
21.01.2017

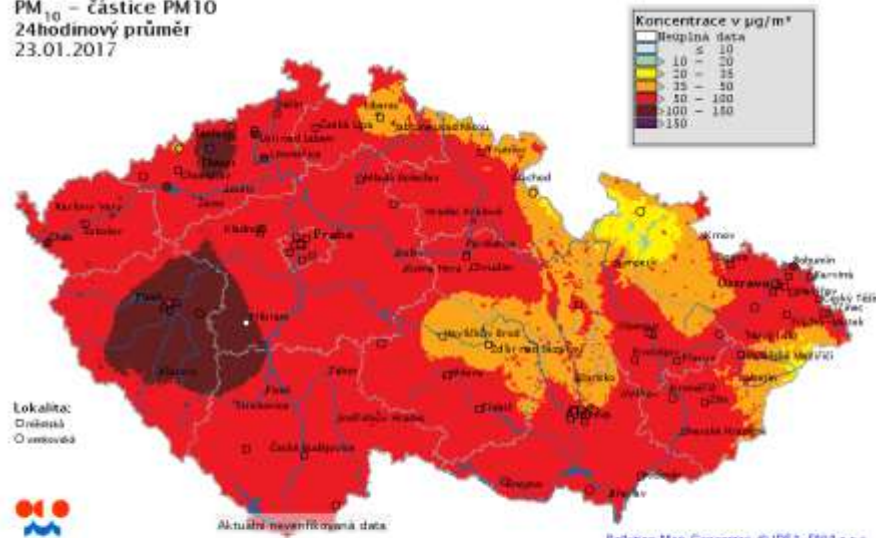


PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
22.01.2017

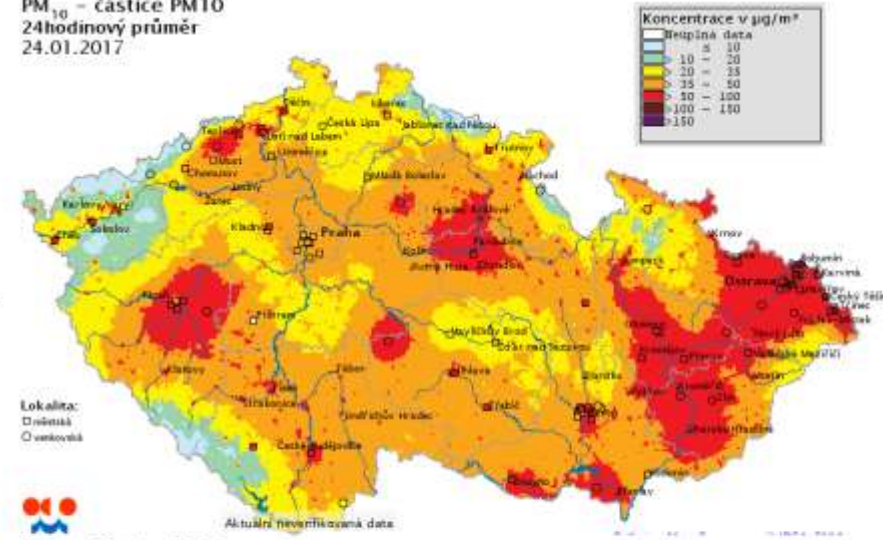


Obr. 9 - Pole průměrných 24hodinových koncentrací PM₁₀ na území ČR, 19. – 22. 2 2017, neověřovaná data

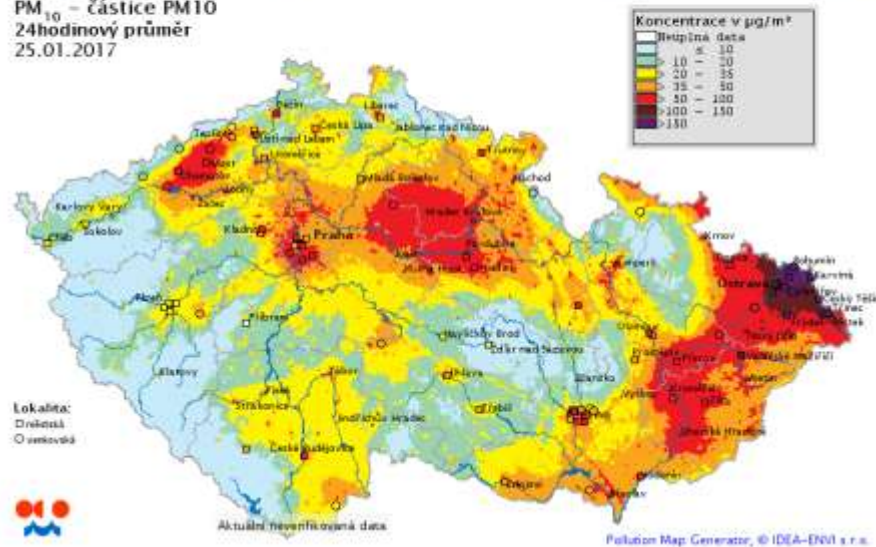
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
23.01.2017



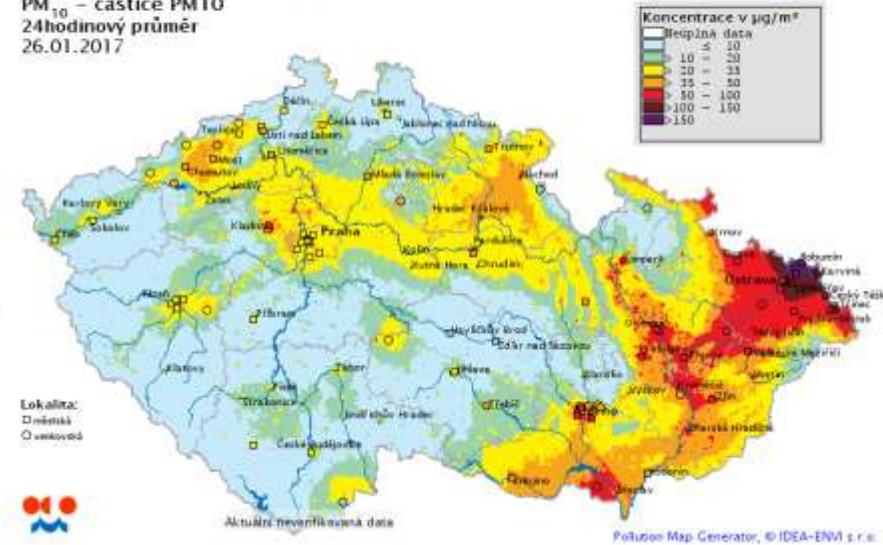
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
24.01.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
25.01.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
26.01.2017



Obr. 10 - Pole průměrných 24hodinových koncentrací PM₁₀ na území ČR, 23. – 26. 2 2017, neverifikovaná data

3.2 Únor 2017

V únoru 2017 bylo v ČR vyhlášeno celkem **19 smogových situací** a **5 regulací** z důvodu vysokých **koncentrací PM₁₀**

Vývoj průměrných denních koncentrací v ČR od 8. do 18. 2. zobrazují následující obrázky a graf. Mapy jsou konstruovány z operativních dat ČHMÚ automaticky a jsou k dispozici na portálu ČHMÚ.

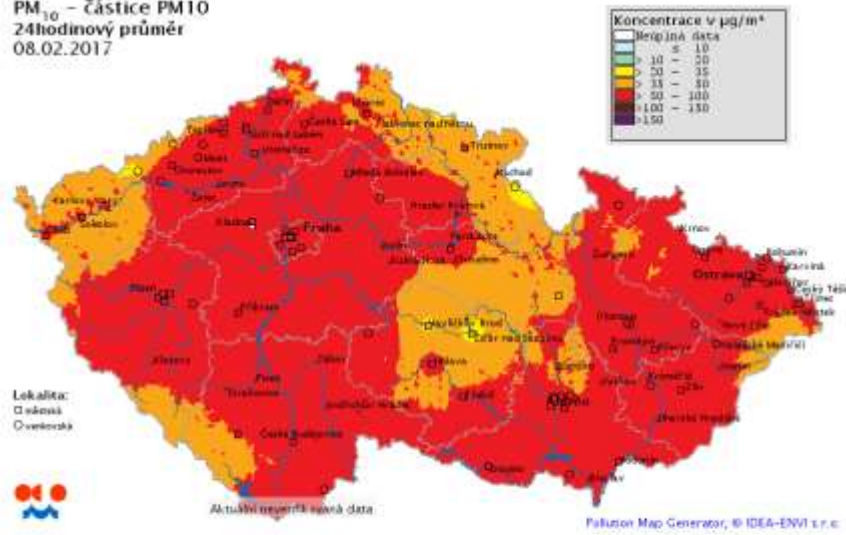
Z Obr. 11 je patrné, že již 8. a 9. 2. panovaly na celém území ČR zvýšené koncentrace PM₁₀ spojené se zhoršenými rozptylovými podmínkami (viz meteorologická situace). Poté došlo k částečnému zlepšení situace díky změně v proudění – změnil se směr a vzrostla rychlost proudění větru – nejprve v Čechách (10. 2.) a později i na jižní Moravě (11. 2.). Tento jev byl popsán v kapitole 2.2. Např. v Brně – Tuřanech se průměrná denní rychlost větru 10. a 11. 2. pohybovala mezi 5 a 6 m.s⁻¹. Zvláštní situace pak nastala ve Zlínském kraji, kde jeho jižnější část zaznamenala rovněž pokles koncentrací, avšak severní část měřila stále velmi vysoké koncentrace. Na jižní a jihovýchodní Moravu se dostával vzduch od jihovýchodu, který byl navíc zrychlený obtékáním Alp přes Vídeňskou pánev. Zatímco na sever Moravy se vzduch dostával obtékáním Vysokých Tater a postupem přes Polsko. Patrné jsou velmi vysoké koncentrace měřené na Ostravsku a v Moravské bráně.

Vzhledem k tomu, že na střední a severní Moravě se situace nelepšila jako ve zbytku ČR a převládalo SV proudění s rychlostmi větru kolem 2m.s⁻¹ (Věřňovice) resp. 1 m.s⁻¹ (Přerov), byla již 10. 2. vyhlášena smogová situace – nejprve pro Třinecko (05h 15min), poté pro zbytek aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (07h 11min). Pro celý Moravskoslezský kraj pak smogová situace platila od 13h 19min, ve stejnou chvíli se přidal i Olomoucký kraj a o hodinu později (14h 28min) i „rozpolcený“ kraj Zlínský, kde vysoké koncentrace PM₁₀ dominovaly zejména ve Valašském Meziříčí.

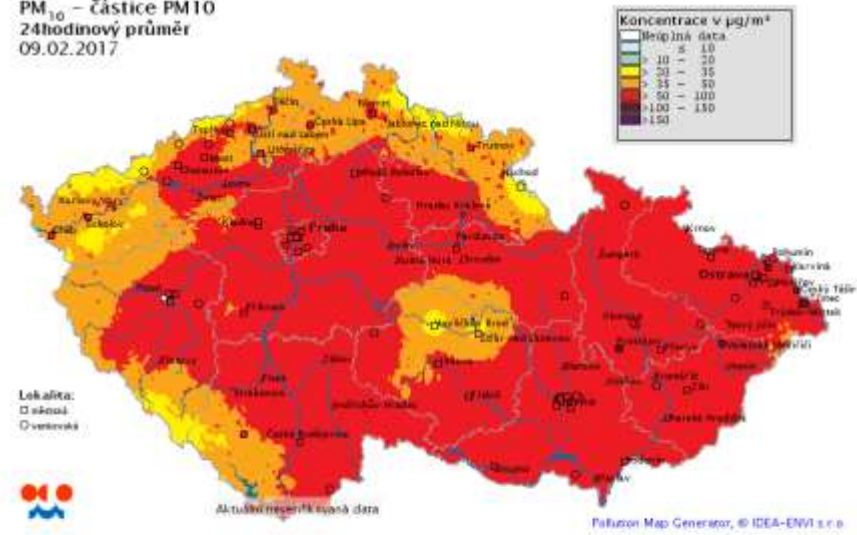
V následujících dnech přebírala dominanci opět tlaková výše se středem nad Baltským mořem, později nad Polskem, velmi slabé proudění vzduchu se tak obracelo na severovýchodní. Z tohoto důvodu docházelo k nárůstu koncentrací PM₁₀ i na jižní Moravě, kde pak byla 13. 2. 2017 v 9h 51min vyhlášena smogová situace pro aglomeraci Brno a v 16h 27min pro zbytek Jihomoravského kraje.

14. 2. se do středu anticyklony dostává i naše území a tím se Morava ocitá téměř na 3 dny takřka v bezvětří. Nedošlo tak k rozptylu škodlivin proudících jako v předchozích dnech, ale k jejich transportu a postupnému nasouvání na území jižní Moravy a stabilizování situace. Tento příspěvek tak navyšoval již zvýšené koncentrace škodlivin z lokálních topenišť, u kterých rovněž vlivem nižších rychlostí větru nedocházelo k dostatečnému rozptylu, naopak docházelo k jejich postupné kumulaci. Tuto situaci dobře znázorňují mapy z 12. – 16. 2. na Obr. 12 a Obr. 13, kdy nejprve došlo k nárůstu koncentrací v Brně a Vyškovské bráně, kde se kromě lokálních zdrojů podílel na znečištění i dálkový transport vlivem SV proudění. Následující den již byla zasažena i celá jižní Morava, a tato situace trvala až do 17. 2., kdy došlo k rozrušení teplotní inverze vlivem přechodu fronty nad územím ČR a rovněž vymytí atmosféry vlivem dešťových srážek.

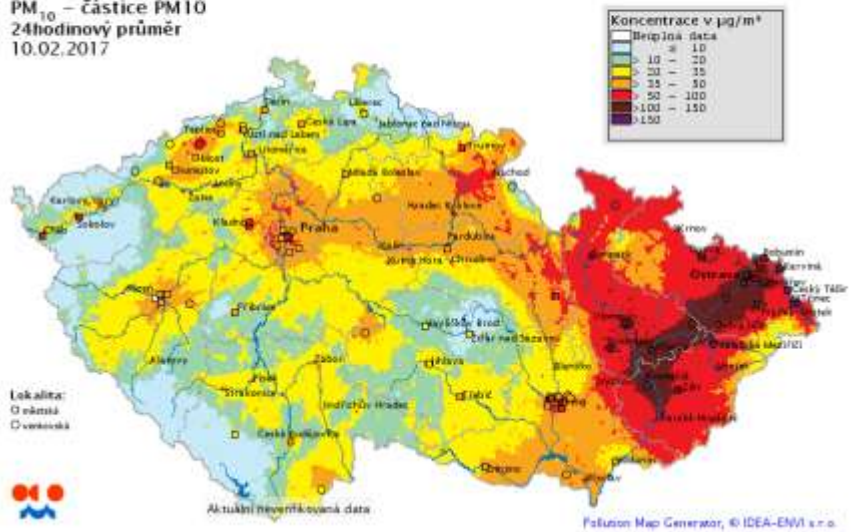
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
08.02.2017



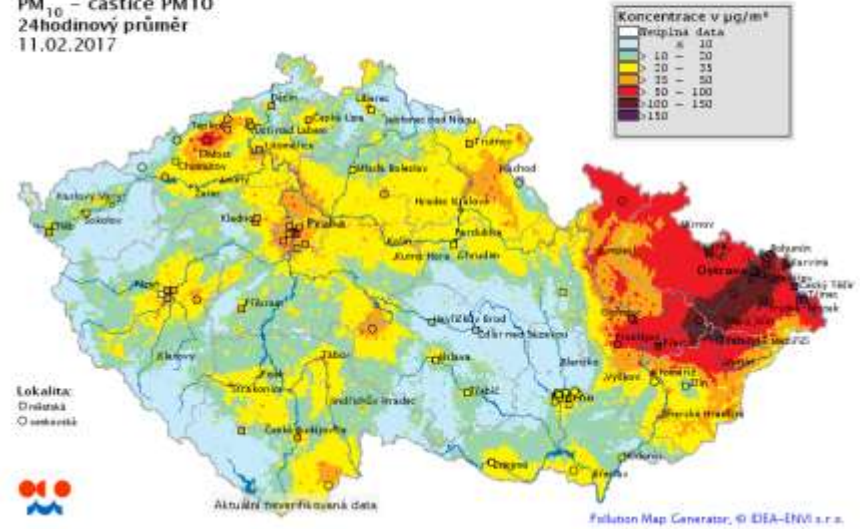
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
09.02.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
10.02.2017

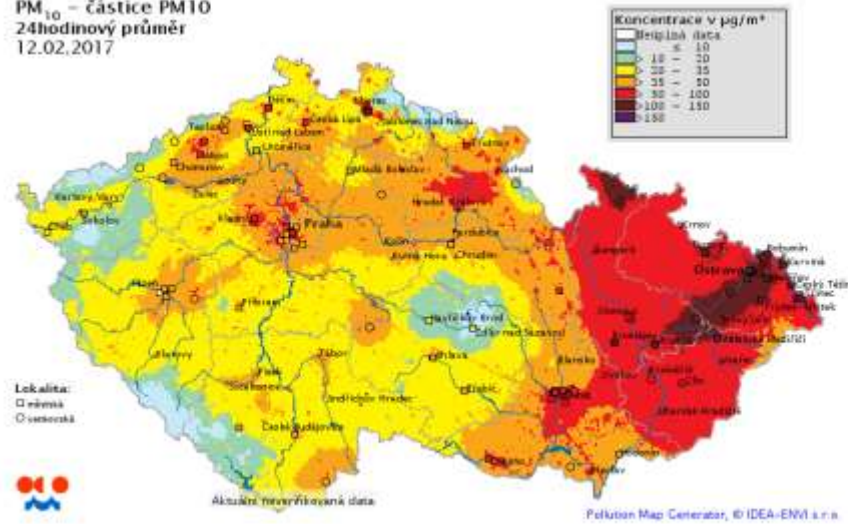


PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
11.02.2017

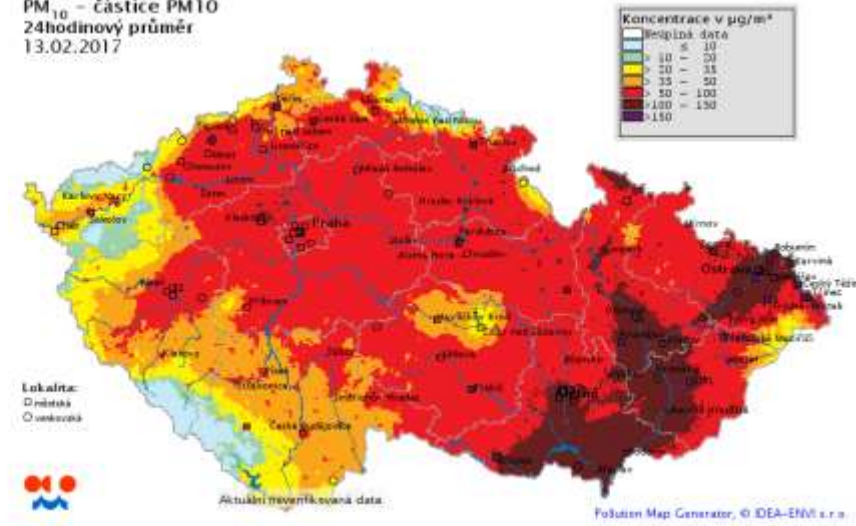


Obr. 11 – Pole průměrných 24hodinových koncentrací PM₁₀ na území ČR, 8. – 11. 2 2017, neověřovaná data

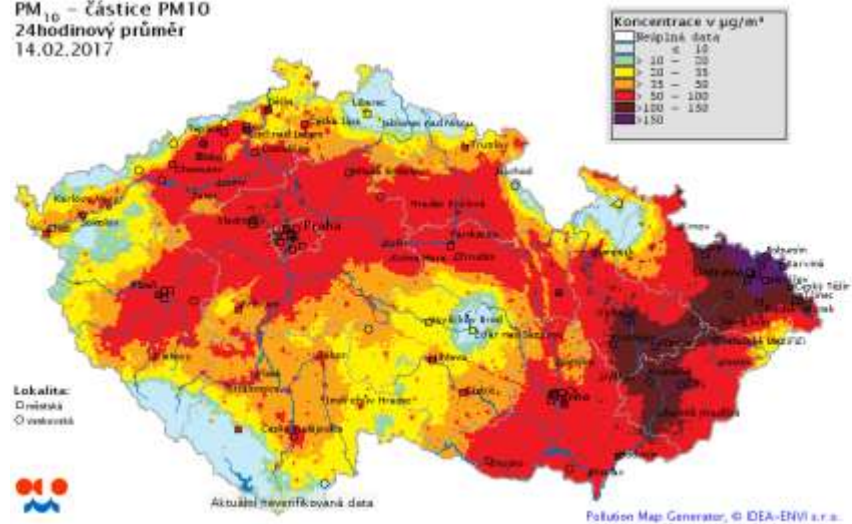
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
12.02.2017



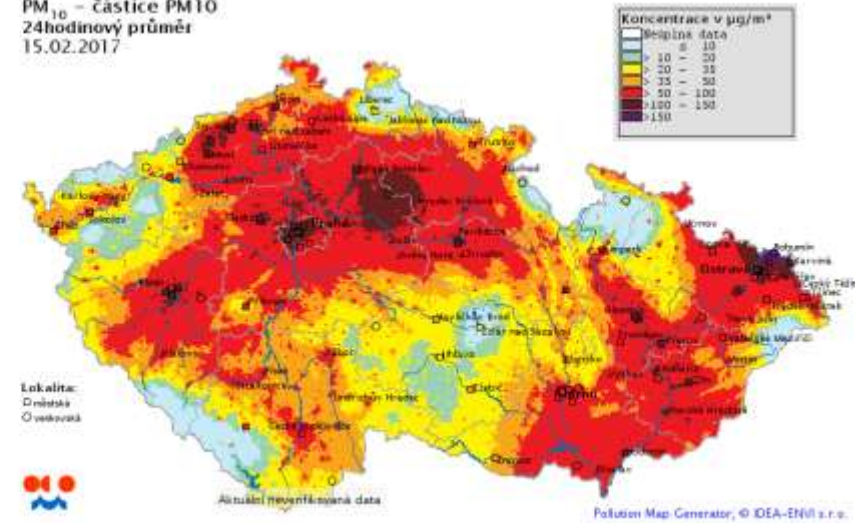
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
13.02.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
14.02.2017

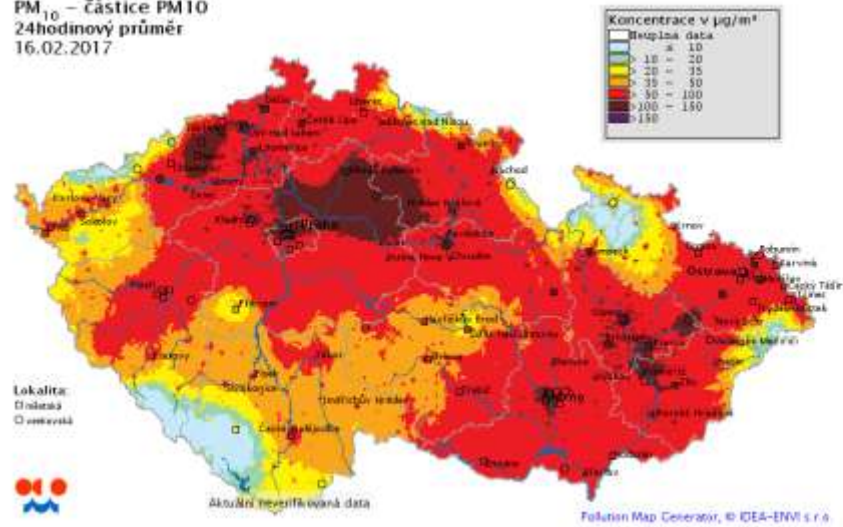


PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
15.02.2017

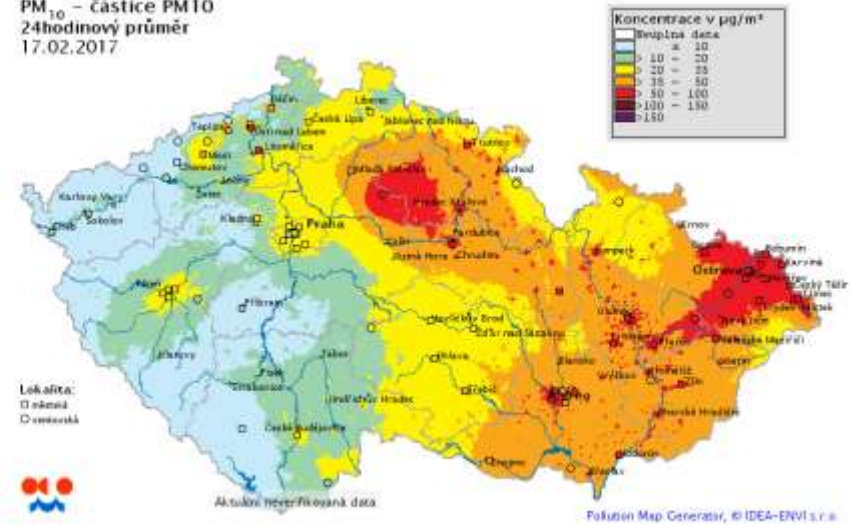


Obr. 12 - Pole průměrných 24hodinových koncentrací PM₁₀ na území ČR, 12. – 15. 2 2017, neverifikovaná data

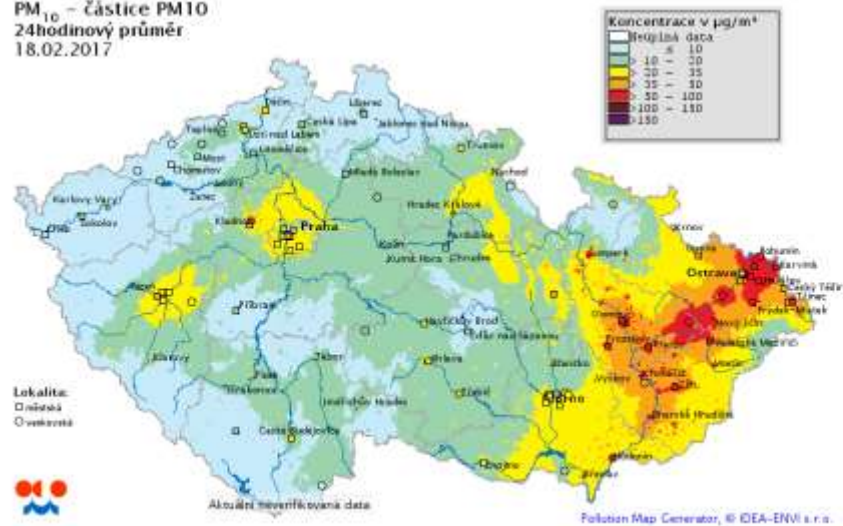
PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
16.02.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
17.02.2017



PM₁₀ – částice PM10
24hodinový průměr
18.02.2017



Obr. 13 - Pole průměrných 24hodinových koncentrací PM₁₀ na území ČR, 16. – 18. 2 2017, neverifikovaná data

4 Nová pravidla SVRS

Od 1. 1. 2017 došlo k novelizaci zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Tato novela upravuje podmínky pro vyhlášení a odvolávání smogových situací a regulací, resp. varování. Zásadní novinky ve vyhlášení smogových situací a regulací z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀ jsou:

- překročení informativní a regulační prahové hodnoty se hodnotí na základě 12hodinových namísto dříve používaných 24hodinových průměrů PM₁₀;
- pro vyhlášení smogové situace/regulace pro PM₁₀ postačuje jednorázové překročení informativní/regulační prahové hodnoty alespoň na polovině reprezentativních stanic. Podle dříve platných pravidel musely koncentrace překračovat informativní, resp. regulační prahovou hodnotu 2, resp. 3 po sobě jdoucí dny;
- zároveň musí v době vyhlášení platit, že během následujících 24 hodin není očekáván pokles 12hodinových koncentrací PM₁₀ pod odpovídající prahovou hodnotu. Dříve požadovaná podmínka, aby byl v době vyhlášení alespoň na polovině reprezentativních stanic v posledních 6 hodinách rostoucí trend 12 hodinových koncentrací PM₁₀, byla zrušena.

Výše uvedené změny umožnily větší flexibilitu ve vyhlášení smogových situací a regulací, jejichž vyhlášení je nyní v mnohem lepším souladu se skutečným vývojem koncentrací, než tomu bylo dříve.

Novela SVRS zavedla také vyhlášení varování (ne regulace) v případě překročení regulační prahové hodnoty pro NO₂ a SO₂ alespoň na jedné reprezentativní stanici, a to bez ohledu na předpokládaný vývoj koncentrací. Podrobnější informace k novele zákona jsou k nalezení na webových stránkách ČHMÚ:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/smog/SVRS_pravidla-fungovani.pdf.

To, že se nová pravidla promítla do vyhlášení smogových situací v měsíci lednu a únoru 2017 potvrzuje následující Obr. 14. Z lednových charakteristik je patrné, že v aglomeraci Brno a Jihomoravském kraji bez Brna by podle starých pravidel nebyla v lednu vyhlášena ani jedna smogová situace. Podle nových pravidel byla v obou regionech vyhlášena jedna smogová situace o délce trvání 56 resp. 48 hodin. Regulace vyhlášena nebyla.



Obr. 14 – Rozdíly v počtech hodin se smogovou situací podle starých a nových pravidel, leden 2017

5 Vývoj koncentrací PM₁₀, leden – březen 2017

Vývoj koncentrací PM₁₀ ve vybraných lokalitách SSIM Jihomoravského kraje zobrazuje Obr. 15. Z grafu je patrné, že vývoj je obdobný na všech lokalitách od regionální pozaďové lokality Mikulov – Sedlec až po dopravní lokality Brno – Svatoplukova či Brno – Zvonařka. Hybatelem nárůstu koncentrací tedy jsou zejména nadregionální vlivy – zhoršené rozptylové podmínky či dálkový transport. Tyto vlivy jsou doplněny o zdroj působící plošně – lokální topeniště. Proto byla vysokými koncentracemi zasažena celá střední Evropa.

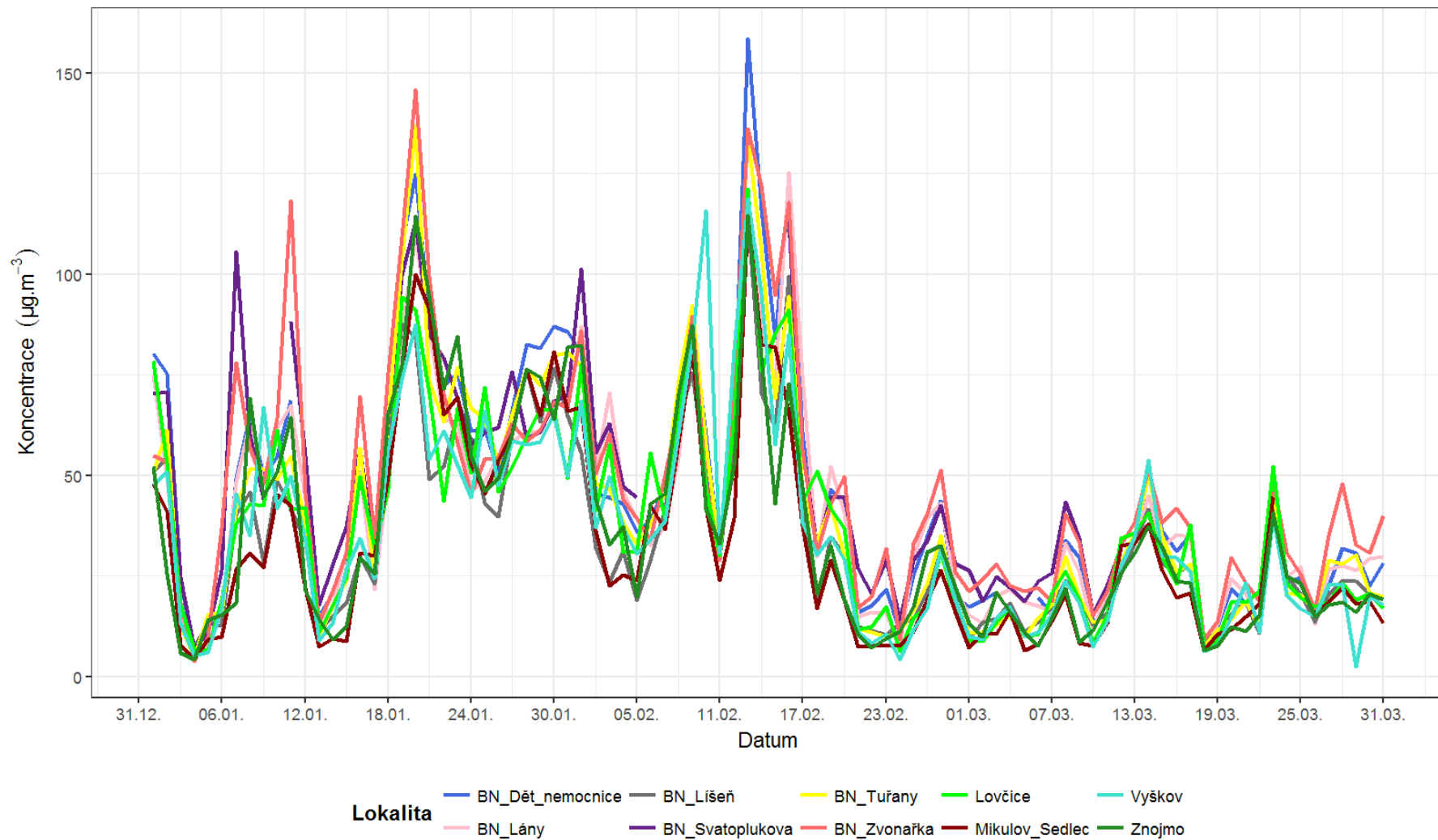
Vzhledem k tomu, že na Obr. 15 je zobrazeno i tak velké množství stanic, je na Obr. 16 zobrazena průměrná hodnota pro Jihomoravský kraj (červená křivka) doplněná o směrodatnou odchylku (modrá plocha). Z tohoto grafu jsou dobře patrné obě epizody, vedoucí k vyhlášení smogových situací v lednu a únoru 2017.

Z následujících dvou grafů na Obr. 17 a Obr. 18, zobrazujících vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ v lokalitách Brno – Tuřany a Mikulov – Sedlec, vyplývá, že lednová epizoda velmi vysokých koncentrací souvisí s velmi nízkými teplotami, které se v denním průměru pohybovaly okolo – 10 °C. V těchto dnech panoval rovněž inverzní charakter počasí. Intenzivní topení spolu s nízkými rychlostmi větru a špatnými rozptylovými podmínkami se nejvýznamněji podílely na smogové situaci v aglomeraci Brno a Jihomoravském kraji v lednu 2017.

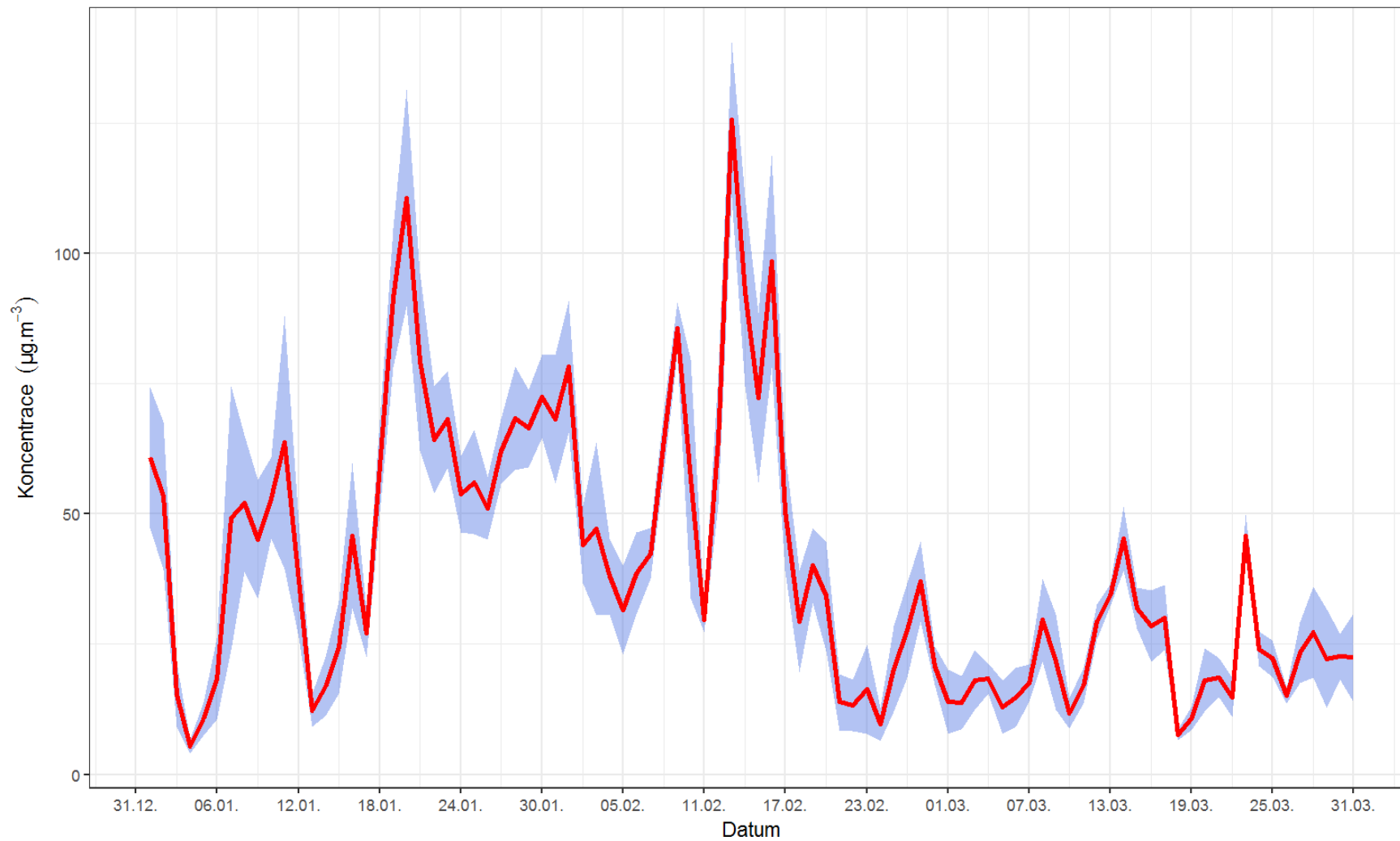
V únoru již nepanovaly tak nízké teploty jako v lednu (Obr. 5), přesto je z grafů na Obr. 17 a Obr. 18 patrné, že v době nejvyšších koncentrací byly teploty nejnižší – pohybovaly se v denním průměru kolem 0 °C, lokální topeniště tedy rovněž nelze z faktorů ovlivňujících koncentrace PM₁₀ během této smogové situace vyloučit. Kromě teploty však během únorové epizody sehrál významnou roli i dálkový transport znečištění – viz následující kapitola.

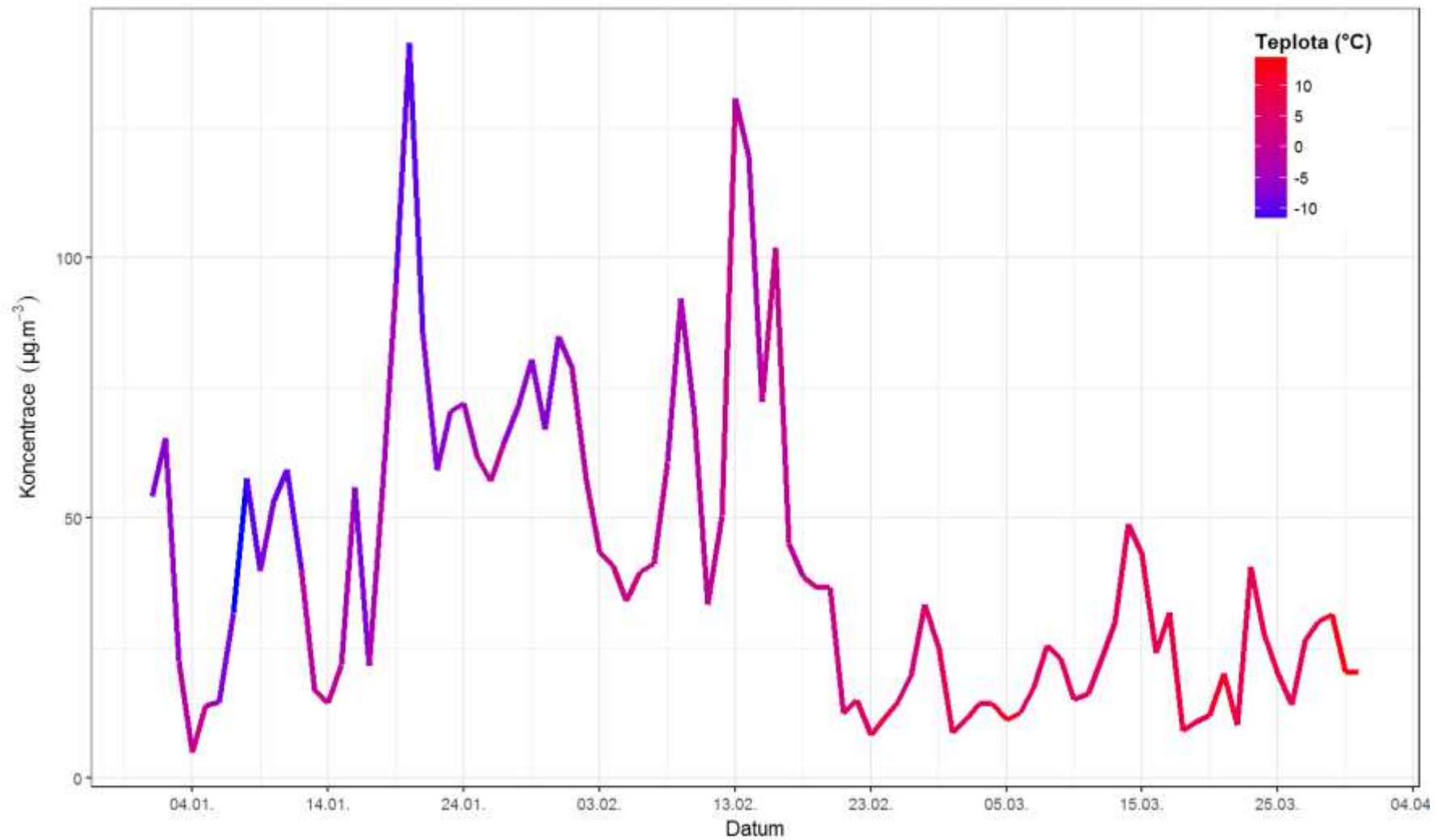
Kromě vlivu teploty jsou pro vývoj koncentrací PM₁₀ velmi důležité i směr a rychlost větru. Kalendářové zobrazení ledna – března 2017 na Obr. 19 (Brno – Tuřany) a Obr. 20 (Mikulov – Sedlec) zobrazuje zbarvením průměrné denní koncentrace PM₁₀ v jednotlivé dny a šipkou pak převládající směr proudění větru a průměrnou rychlost větru (délka šipky). Z tohoto přehledu je patrné, že nejvyšší koncentrace v obou lokalitách jsou spojeny se severovýchodním prouděním, v Mikulově - Sedleci doplněným o nízké rychlosti větru. Podrobněji bude rychlost a směr větru diskutována v následující kapitole.

Vývoj koncentrací PM₁₀ v lokalitách Jihomoravského kraje

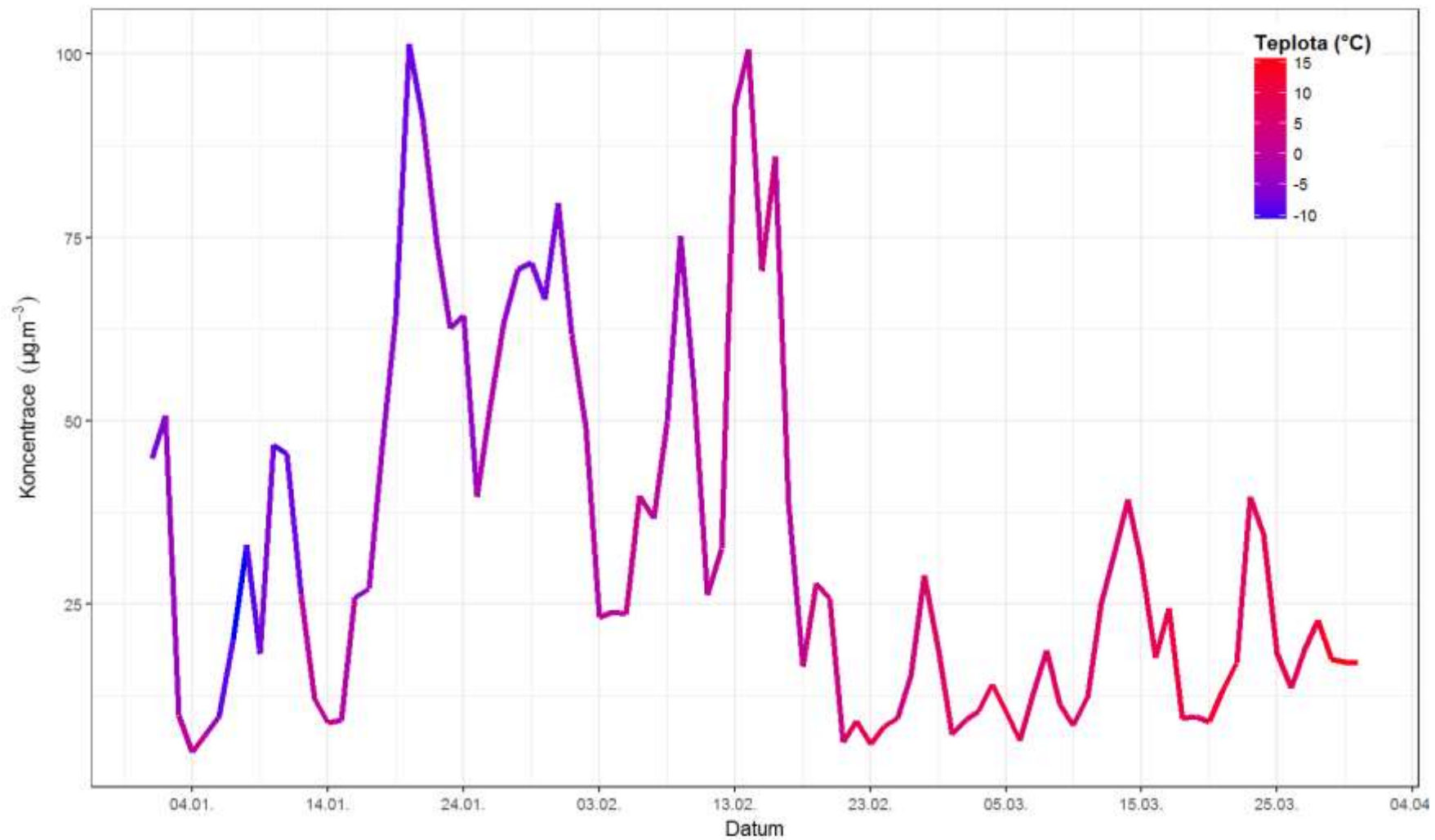


Obr. 15 – Vývoj koncentrací PM₁₀ v lokalitách SSIM Jihomoravského kraje, leden – březen 2017

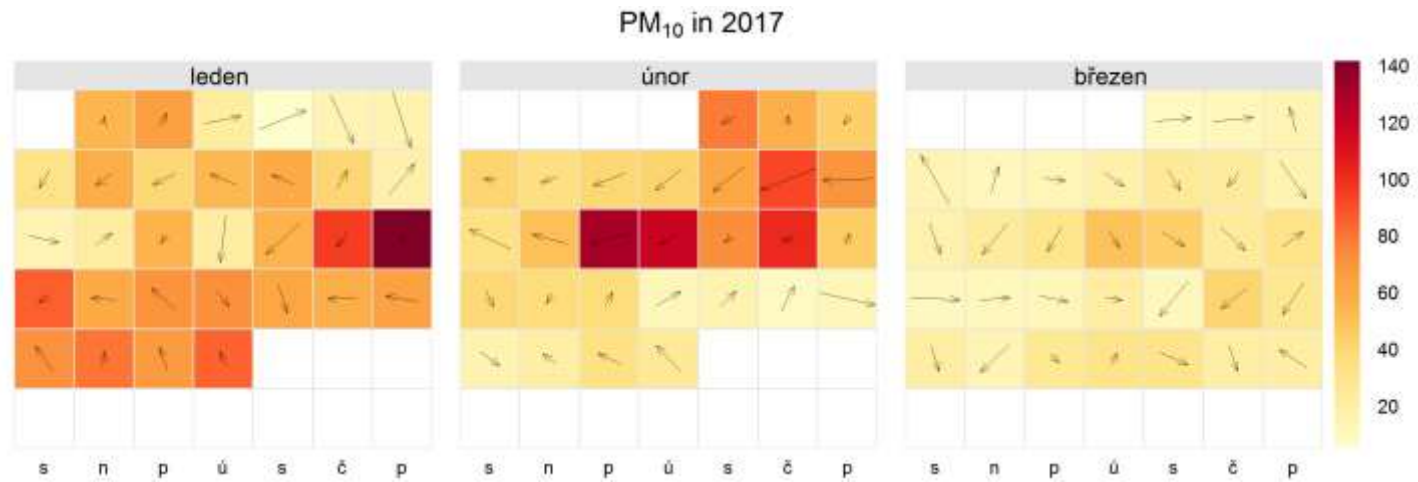
Vývoj průměrné koncentrace PM₁₀ v Jihomoravském krajiObr. 16 - Vývoj průměrné koncentrace PM₁₀ vypočtené z lokalit SSIM Jihomoravského kraje (červená křivka) včetně směrodatné odchylky (modrý pruh), leden – březen 2017

Vývoj koncentrací PM₁₀ v závislosti na teplotě Brno – Tuřany (leden – březen /2017)Obr. 17 – Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ členěný dle průměrné denní teploty, Brno – Tuřany, leden – březen 2017

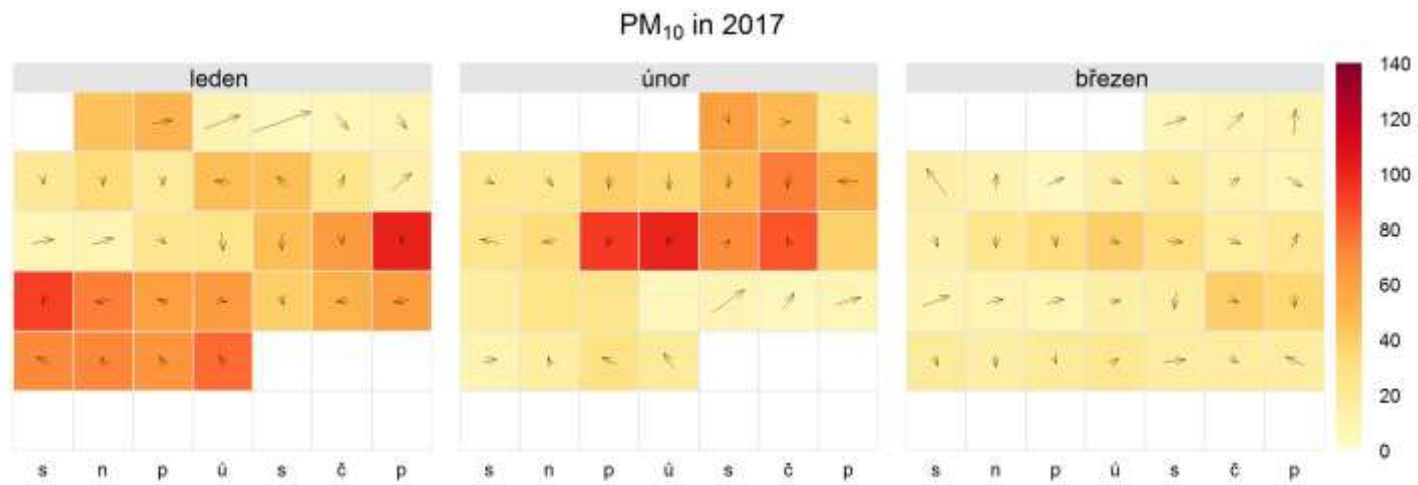
Vývoj koncentrací PM₁₀ v závislosti na teplotě Mikulov – Sedlec (leden – březen /2017)



Obr. 18 - Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ členěný dle průměrné denní teploty, Mikulov - Sedlec, leden – březen 2017

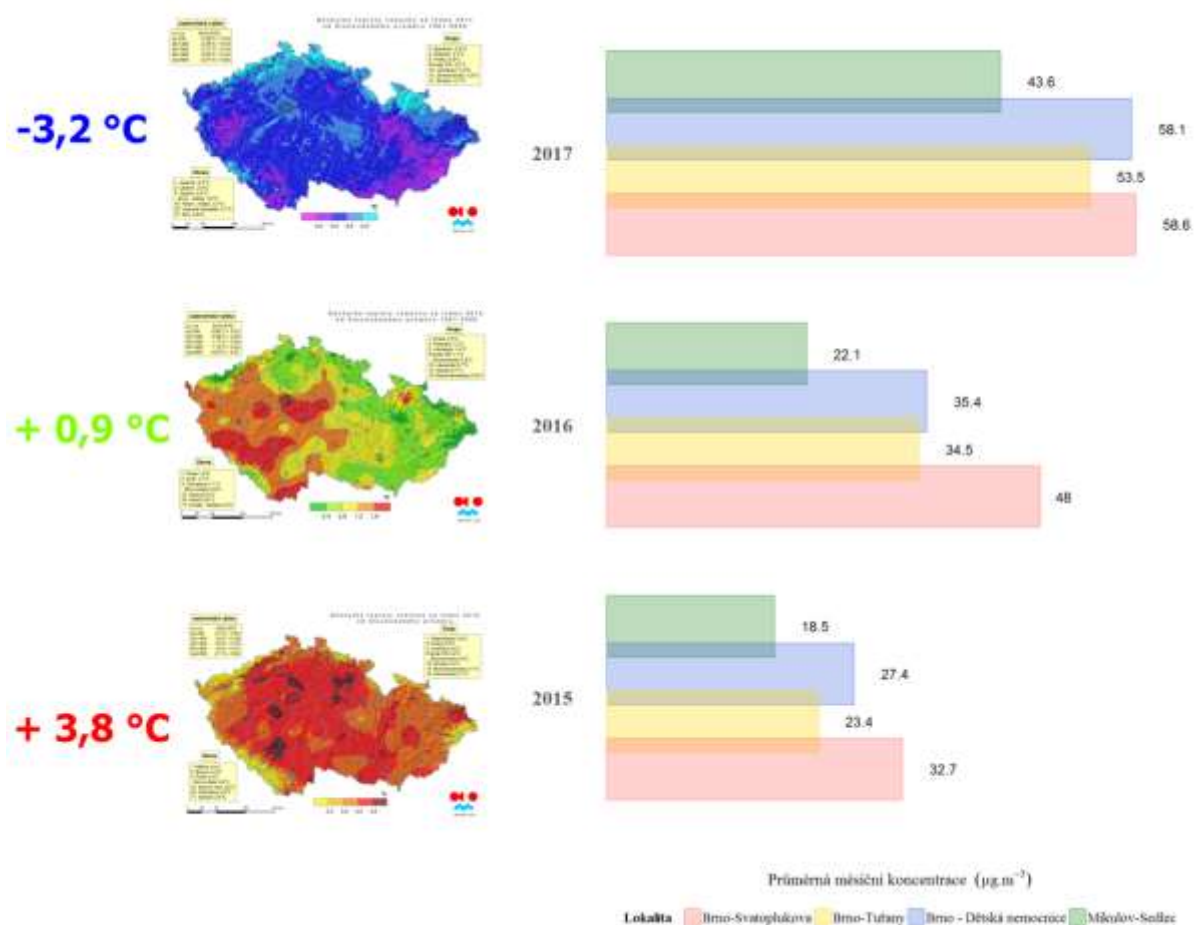


Obr. 19 – Kalendářové zobrazení koncentrací průměrných denních koncentrací PM₁₀ (μg·m⁻³), doplněné o převládající směr větru, Brno – Tuřany, leden – březen 2017



Obr. 20 - Kalendářové zobrazení koncentrací průměrných denních koncentrací PM₁₀ (μg·m⁻³), doplněné o převládající směr větru, Mikulov - Sedlec, leden – březen 2017

Jak se může teplota projevit na průměrných měsíčních koncentracích PM₁₀ zobrazuje následující Obr. 21. V levé části jsou zobrazeny teploty, resp. jejich odchylky od dlouhodobého průměru za roky 1961 – 2000, pro tři po sobě jdoucí ledny – leden 2015, leden 2016 a leden 2017. Z mapek a číselného vyjádření pro Brno je patrné, že v roce 2015 byl leden velmi teplý, téměř o 4 °C teplejší než dlouhodobý průměr, naproti tomu v roce 2017 byl leden o více než 3 °C chladnější, než je dlouhodobý průměr. Teploty, a na nich závisající nutnost topit, se spolu s rozptylovými podmínkami podepsaly na výrazně vyšších koncentracích PM₁₀ v lednu roku 2017. V lokalitě Mikulov – Sedlec (lokalita pouze minimálně ovlivněná lokálními zdroji) došlo v lednu 2017 k navýšení průměrné měsíční koncentrace na zhruba dvojnásobek proti lednům 2015 a 2016, v roce 2017 tak tato regionální pozadová lokalita měřila vyšší koncentrace, než lokalita Brno – Svatoplukova v roce 2015 a srovnatelné s hodnotou měřenou v lokalitě Brno – Svatoplukova v roce 2016. Výrazný nárůst zaznamenaly i brněnské lokality, které v lednu 2017 měřily dvojnásobné průměrné měsíční koncentrace PM₁₀ proti roku 2015, proti roku 2016 již byl rozdíl nižší, zejména v lokalitě Brno - Svatoplukova. V roce 2017 je rovněž patrné, že brněnské lokality v centru měří téměř totožné průměrné měsíční koncentrace PM₁₀, předměstská lokalita Brno – Tuřany jen o něco nižší – **koncentrace byly zvýšeny plošně na všech lokalitách bez ohledu na ovlivnění dopravou.**



Obr. 21 – Odchylky teplot od dlouhodobého průměru (vlevo) a průměrné měsíční koncentrace PM₁₀ (vpravo) na vybraných lokalitách SSIM aglomerace Brno a Jihomoravského kraje, leden 2015, leden 2016 a leden 2017

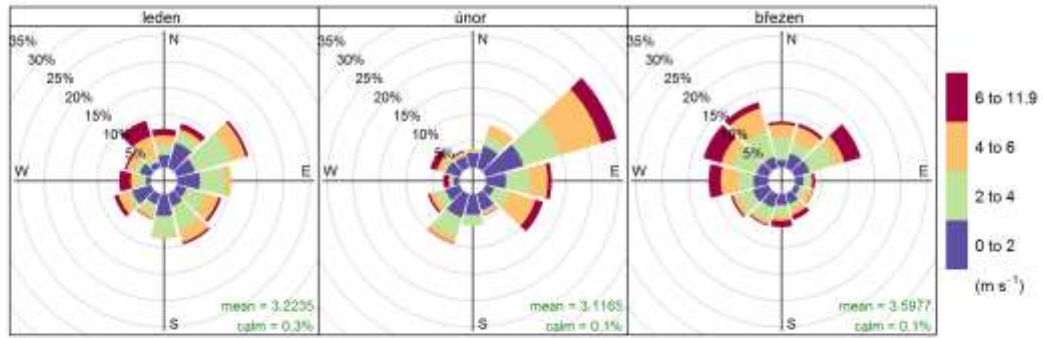
6 Větrné a koncentrační růžice

Pro lokality Brno – Tuřany a Mikulov – Sedlec, které jsou velmi důležité pro smogový varovný a regulační systém jak aglomerace Brno, tak Jihomoravského kraje byly sestrojeny větrné a koncentrační růžice pro leden, únor a březen 2017. Zobrazeny jsou souhrnně na Obr. 22 a Obr. 23.

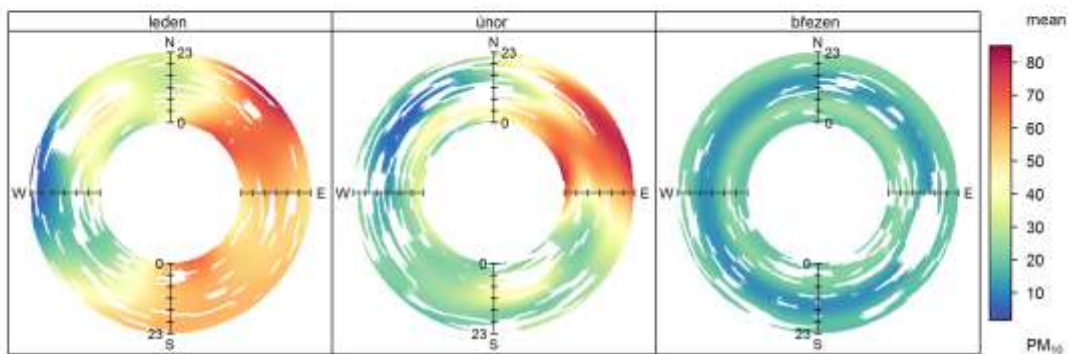
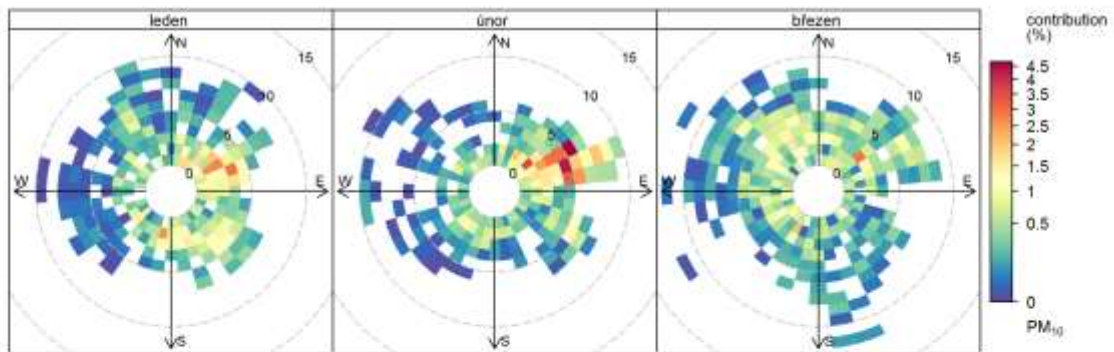
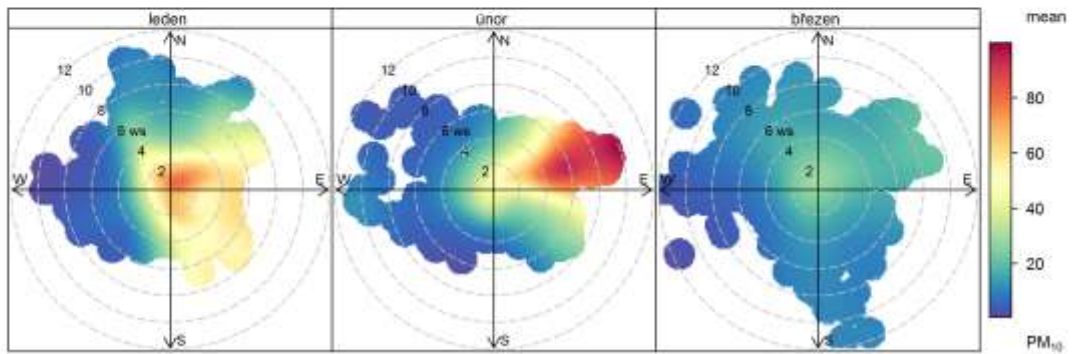
Z uvedených růžic je patrné, že zatímco v lednu a únoru panovaly zvýšené koncentrace jak v Brně – Tuřanech, tak v Mikulově – Sedleci, v březnu již byly koncentrace na obou lokalitách jen velmi nízké.

Z Obr. 22 dále vyplývá, že zatímco v lednu byly v Tuřanech rovnoměrně zastoupeny všechny směry větru, což je ve shodě s dlouhodobou větrnou růžicí, v únoru výrazně převládaly severovýchodní směry větru. Z toho vyplývá, že na únorové epizodě měl zřejmě podstatně větší vliv dálkový transport, než na lednové smogové situaci. Rozdíl je patrný i v koncentračních růžicích. V lednu jsou nejvyšší koncentrace měřeny při velmi nízkých rychlostech větru, během únorové epizody jsou důležité i vyšší rychlosti větru, ale pouze ze severovýchodních směrů. Rovněž z vážené koncentrační růžice vyplývá, že během února nejvíce přispívaly ke koncentracím PM_{10} severovýchodní směry, v lednu jsou rovnoměrněji zastoupeny směry od severovýchodu až po jih. Denní chod pak naznačuje, že maximálních hodnot koncentrací bylo dosahováno v nočních hodinách.

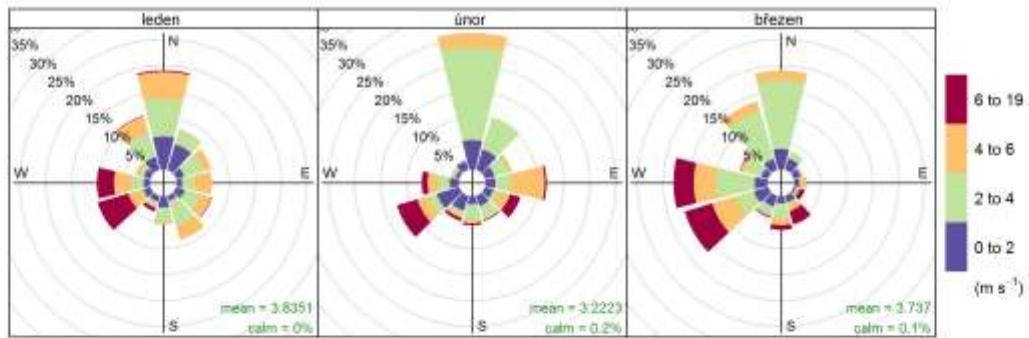
Situace v Mikulově – Sedleci je podobná, avšak už z větrných růžic je patrné, že všechny směry nejsou zastoupeny úplně stejně – vliv má orografie terénu. Z koncentračních růžic je pak patrné, že maximální koncentrace jsou rovněž vždy měřeny při proudění ze severovýchodu. V lednu jsou podobně jako v případě Brna – Tuřan zastoupeny i další směry větru zejména při nízkých rychlostech proudění větru.



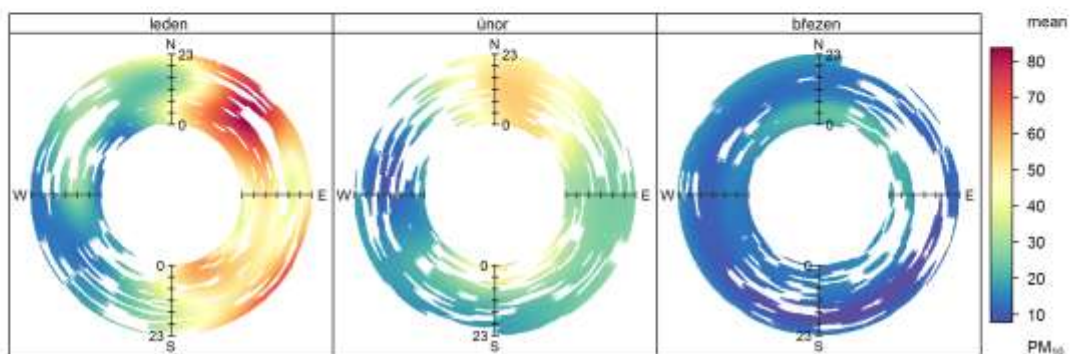
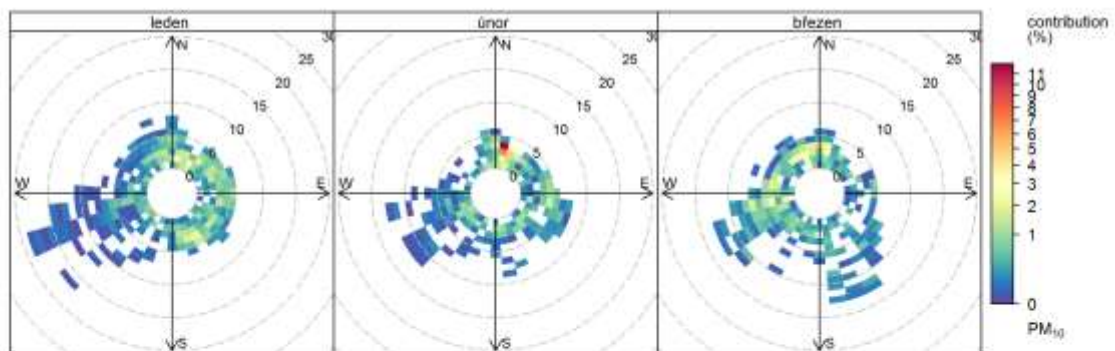
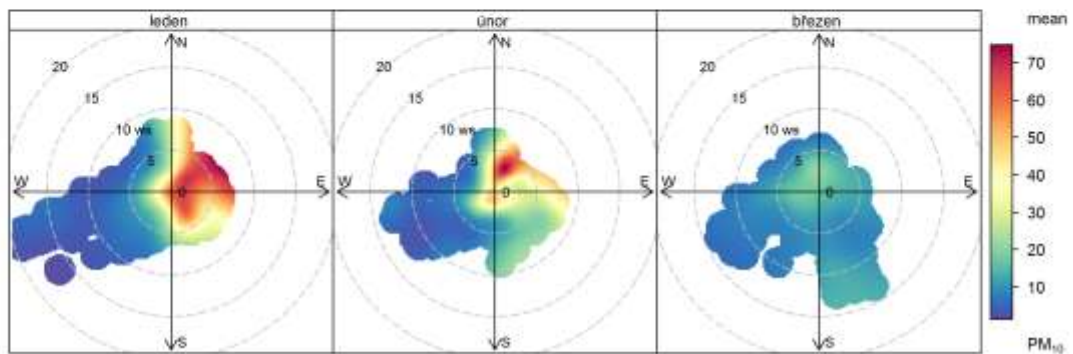
Frequency of counts by wind direction (%)



Obr. 22 – Větrná růžice, koncentrační růžice pro PM_{10} , vážená koncentrační růžice pro PM_{10} a denní chod PM_{10} , lokalita Brno – Tuřany, leden – březen 2017



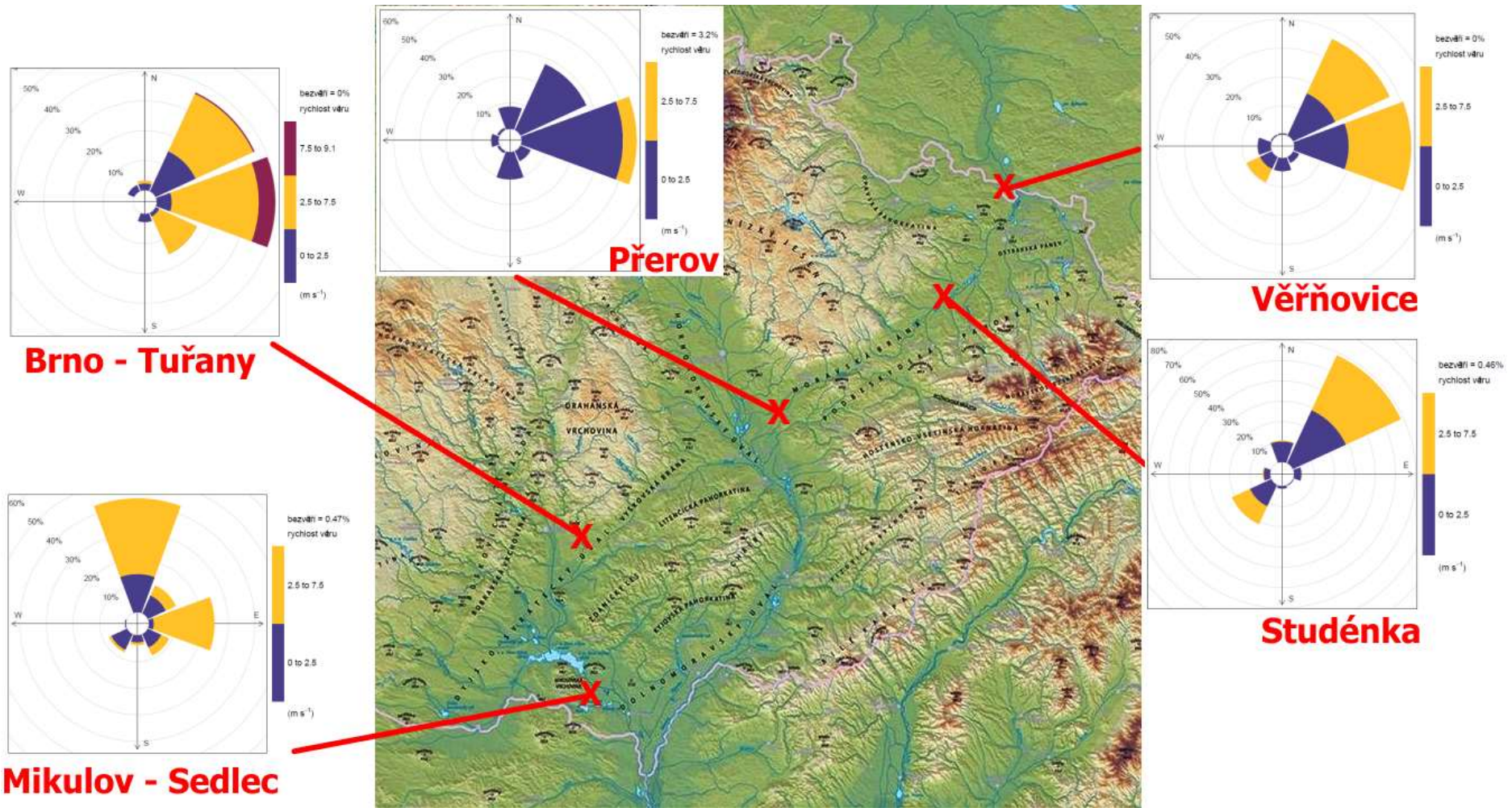
Frequency of counts by wind direction (%)



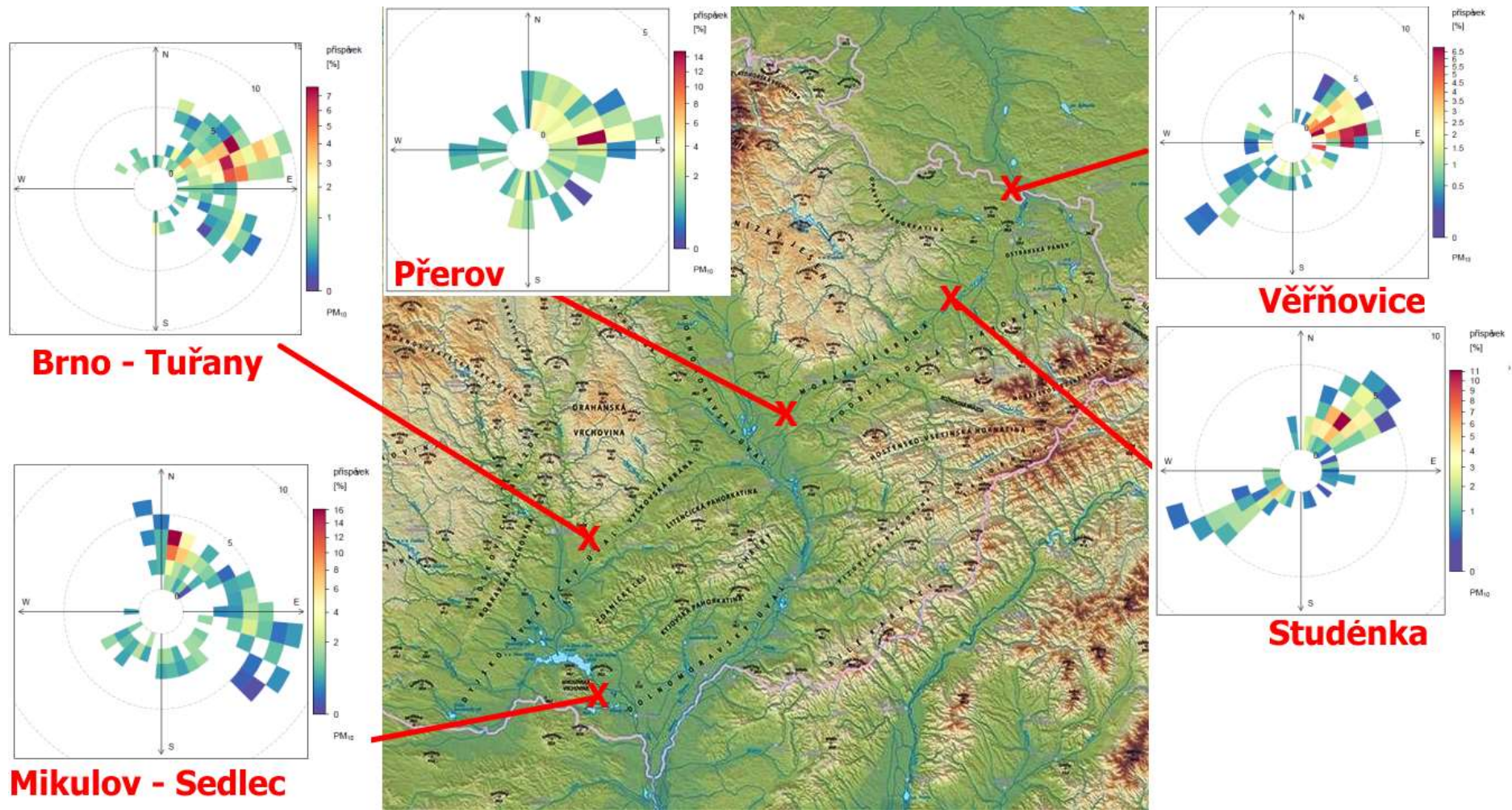
Obr. 23 – Větrná růžice, koncentrační růžice pro PM₁₀, vážená koncentrační růžice pro PM₁₀ a denní chod PM₁₀, lokalita Mikulov - Sedlec, leden – březen 2017

Z předchozích analýz vyplývá, že na únorovou epizodu mohl mít významnější vliv dálkový transport z Polska. Proto byla zpracována data i z dalších lokalit na Moravě. Na následujících Obr. 24 a Obr. 25 jsou zobrazeny větrné a vážené koncentrační růžice pro období 8. – 18. 2. 2017 na stanicích imisního monitoringu Věřňovice (hranice s Polskem), Studénka (vstup do Moravské brány), Přerov, Brno-Tuřany a Mikulov-Sedlec. Z dat naměřených na těchto lokalitách vyplývá, že po celou epizodu převládalo severovýchodní proudění, které pak mohlo být vlivem orografie na jednotlivých lokalitách více stočeno k severu či východu. Z hlediska rychlostí větru pak je patrné, že nejnižší rychlosti byly dlouhodoběji zaznamenány v Přerově, nejvyšší pak v Brně – Tuřanech.

Z vážených koncentračních růžic pak lze vyčíst, jak se jednotlivé směry a rychlosti větru podílely na koncentracích suspendovaných částic v ovzduší. Severovýchodní proudění při rychlostech větru $2 - 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ převládá. Výsledky jsou částečně ovlivněny orografií, avšak je patrné, že značná část znečištění byla měřena právě při proudění ze SV, a to počínaje Věřňovicemi a konče Mikulovem-Sedlecem.



Obr. 24 – Větrné růžice v lokalitách Věřovice, Studénka, Přerov, Brno-Tuřany a Mikulov-Sedlec, 8. – 18. 2 2017



Obr. 25 – Vážené koncentrační růžice v lokalitách Věřovice, Studénka, Přerov, Brno-Tuřany a Mikulov-Sedlec, 8. – 18. 2. 2017

7 Závěry

- Smogové situace v lednu a únoru 2017 postihla plošně celé území Moravy a většinu území ČR v důsledku nepříznivých rozptylových podmínek, podpořených nízkými teplotami a prouděním vzduchu od SV.
- Významný vliv na plošném zatížení území Jihomoravského kraje vysokými koncentracemi PM₁₀ měly lokální topeniště, ve kterých bylo vlivem nízkých teplot nutné intenzivněji topit. Dále se na měřených koncentracích podílel dálkový transport znečištění z Polska a Moravskoslezského kraje.
- Obdobná situace zvýšených koncentrací PM₁₀ se ve stejném období vyskytla v celé střední Evropě. Zvýšené koncentrace byly měřeny v Německu či v Rakousku. Velmi vysoké koncentrace PM₁₀ a SO₂ byly měřeny v Polsku.
- V případě lednové smogové situace byla velmi důležitým faktorem teplota a teplotní inverze. Leden byl o 3 – 4 °C chladnější, než je dlouhodobý průměr. To se projevilo v nutnosti intenzivněji topit. Ke špatnému rozptylu škodlivin přispěla i teplotní inverze a špatné rozptylové podmínky.
- V případě smogové situace v únoru 2017 hrála teplota a teplotní inverze také svůj vliv. Avšak na zvýšených koncentracích PM₁₀ se rovněž významně podílel dálkový transport ze severovýchodních směrů. Zatížení z těchto směrů bylo měřeno na lokalitách od polských hranic až po hranice s Rakouskem.
- Charakter zimy a meteorologické podmínky v topné sezóně pak kromě smogových situací ovlivňují i počet dní s průměrnou denní koncentrací PM₁₀ vyšší, než je hodnota imisního limitu (50 µg·m⁻³). Za kalendářní rok může být těchto dní 35, při vyšším množství se již jedná o překročení imisního limitu dle zákona č. 201/2012 Sb. V roce 2016 se v lokalitě Mikulov-Sedlec vyskytly pouze 3 takové dny za celý kalendářní rok, v lednu 2017 jich bylo 13.